

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

38巻 12号 1976

第53回日本生理学会大会記念写真	487
第53回日本生理学会大会を顧みて	488

原 著

斎藤秀昭：網膜神経節細胞の受容野における抑制機構	489
--------------------------	-----

短 報

GOTO, M., YATANI, A. and TSUDA, Y.: Effects of ATP on the membrane currents and tension components of bullfrog atrial muscle	503
--	-----

HORI, S., TSUJITA, J. and YOSHIMURA, H.: Energy requirements of men during exercise in a hot environment and a comfortable environment	507
--	-----

Jap. J. Physiol. 掲載論文の和文表題 (Vol. 26, No. 1, 2)	510
--	-----

会 報 日本生理学会昭和51年度第1回常任幹事会議事要録	513
------------------------------	-----

第53回日本生理学会評議員会および総会議事要旨	514
-------------------------	-----

お知らせ B. Katz 教授講演会	520
--------------------	-----

附：第38巻日本生理学雑誌総索引

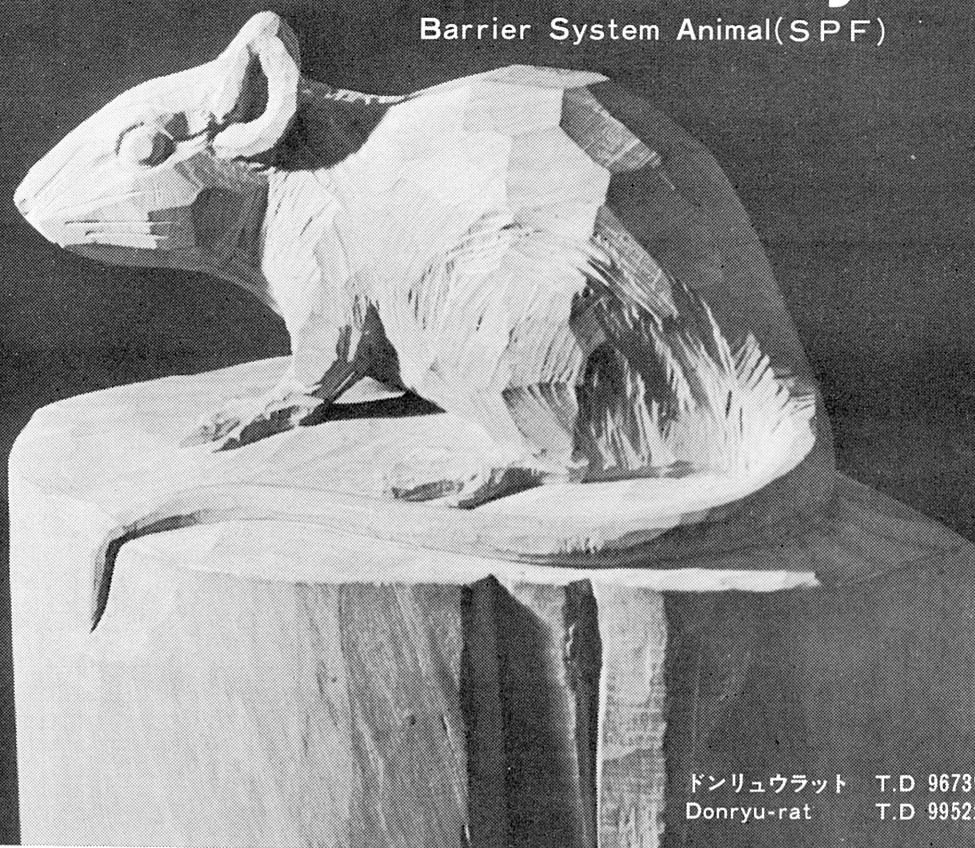
日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

新発売

NRC:Donryu[®]

Barrier System Animal(SPF)



ドンリュウラット T.D 967394
Donryu-rat T.D 995227

Donryu-rat を開発した日本最大のラット専門ブリーダー、
日本ラットは BS(Barrier System)Donryu[®] を発売いたしました。

特長

- 吉田肉腫に対して高感受性を有す。
- 性周期4日で安定。Skin Graft 高率。
- 温順、発育良好、飼育容易。
- 毒性、栄養、薬理、内分泌その他、
広く用いられます。

〈生産品目〉

Barrier System Animal(SPF)

Conventional Animals

NRC:Donryu[®]

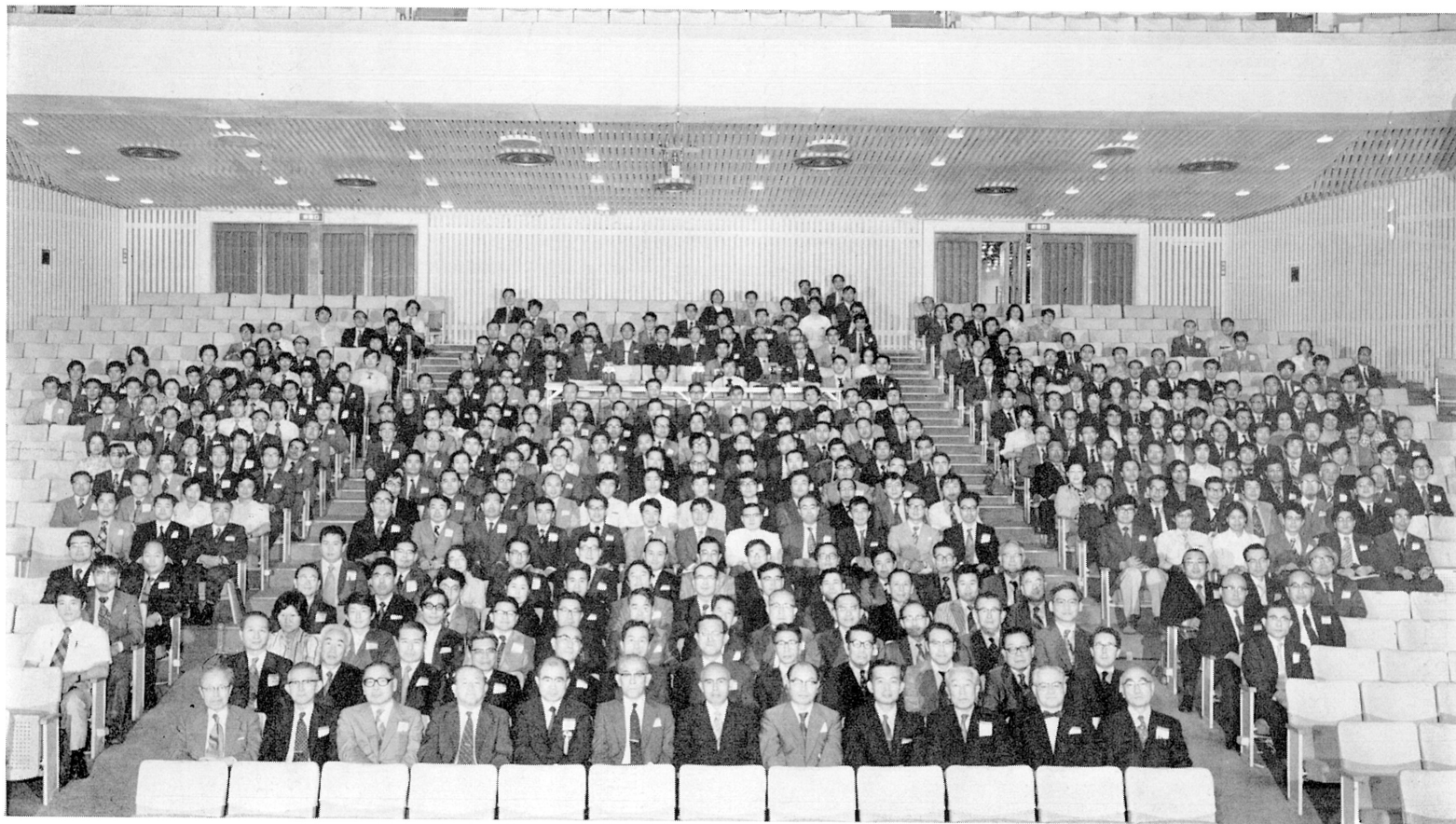
Donryu[®] Wistar

Buffalo SHR



日本ラット株式会社

〒336 埼玉県浦和市根岸608-3
TEL (0488) 61-6850・6401



第 53 回 日 本 生 理 学 会 大 会 : 東 北 大 学

第53回日本生理学会大会を顧みて

第53回日本生理学会大会当番幹事

鈴木 泰三, 青木 健, 中浜 博,
田崎 京二, 星 猛

第53回日本生理学会大会は仙台市民会館で6月2～4日の3日間にわたり開催されましたが、格別の支障もなく、予定通り終了することが出来ました。日本生理学会の会員の方々および大会の運営に協力して下さいました方々に厚くお礼申し上げます。

大会に参加された方は1,341名(予約受付1,205名,当日受付136名)であり、演題数は465題ありました。大会の準備を始めた時点では、参加者は1,500名位、演題数は450題位という予想を立てました。これだけの人数と演題数をこなす会場としては、学外に求めると仙台市民会館以外にありませんので、5月中旬という仙台では最も良いシーズンを考えて交渉しましたところ、すでに他の学会などで予約されており、やっと6月上旬がとれました。そろそろ雨の季節ですので天候を心配していましたが、大会中は大雨にも会わず、好運だったと思います。

つぎに参加費のことでありますが、昨年の三重の大会では参加費3,000円、予稿集1,000円と合計4,000円でしたが、これを値下げして3,500円にする計画を立てました。このためには、予稿集をつくらずに、日本生理誌の大会号を大会前に配布して貰って予稿集を兼ねるということ以外にはないことがわかり、編集幹事および鶴岡印刷所に相談しましたところ、快よく承知して頂きスタートしました。当初は会員から送って頂く抄録原稿をオフセットする計画で、抄録はタイプして送って貰うことにしましたが、抄録が集った頃からオフセットではまずいという考えに変わり、普通の活字印刷に変更しました。したがって、抄録をタイプして送って頂きましたのは一見無駄のようにも考えられますが、これは印刷の校正の過程で非常に助かりました。比較的小ミスプリントが少なかったのもそのためと考えられます。このような試みは日本生理学会としては初めてですので、うまく行くかと大分心配しましたし、当番幹事も幾度か鶴岡まで出かけていきました。しかし、鶴岡印刷所の絶大な協力で無事計画通り出来ました。当番幹事としても深謝にたえません。

つぎに演題数が465題でしたので、会場がA～Hと8会場になりました。会場によっては少し狭

くて適当でないところもありましたが、一つの建物のなかに全会場があるという便利さの方にも重点をおきましたので、その点は少し我慢をして頂きました。今後益々演題数が増加していくと思われますので、これをどうしていくかは生理学会の一つの宿題であると痛感しました。

大会の期間は3日であり、この期間中に教育シンポジウムをふくめて全演題を消化し、さらに出来れば午後5時以降はフリーにしておきたいと考えますと、どうしても評議員会と総会のとり扱いが問題になります。私共は、生理学会会則に矛盾しない範囲内でこの二つの会を同時刻に同一会場で行なうことを考え、常任幹事会の了承も得て実行してみました。幸いに、会員の方々の理解と協力で、少しのトラブルもなく終了することが出来ました。この方式は全く問題がないというわけでもありませんので、一つの試みとして受けとめて頂ければ幸いです。今後この方式をとるか、従来の方式に戻るか、あるいはもっと別の方式をとるかは今後の当番幹事の仕事であると考えます。

今回の大会の運営の計画は私共が立てましたが、大会当日の運営の実務は学会運営を専門とする業者に依頼しました。このような専門業者にまかせることには当初可成り心配がありましたが、思い切って実行して見て非常に良かったと思います。経費の点でも思ったほど高くはなく、かつ私共の労力は非常に軽減されました。しかし将来は専門業者の数も増してくると思われれますので、よくその業務内容をしらべてから依頼しないとり返しのつかない混乱がおこると思います。

大会の前日の若手シンポジウムも盛大だったと聞いています。また、6月2日の夜には、各研究グループが任意に計画したグループデナーが五つもあり、盛大だったとのこと。会員数が1,000名以上になりますと、学会の方で主催する懇親会はとても行えませんので、グループデナーのような会があって同好の士の懇親が行なわれることは非常に良いことだと思います。

ここに大会が無事終了しましたことを報告しますとともに会員の方々のご協力に対して厚くお礼を申し上げます。

網膜神経節細胞の受容野における抑制機構 612.843

斎藤 秀 昭 (NHK放送科学基礎研究所)

Inhibitory mechanisms within the receptive fields of X- and Y-type retinal ganglion cells of the cat Hide-aki SAITO (*NHK Broadcasting Science Research Laboratories, Setagaya-ku, Tokyo*)

Two-stages of the inhibitory mechanisms were assumed within the on-center receptive field (RF) of the cat's retinal ganglion cell on the basis of the following two experiments: 1) Effect of background intensity upon the magnitude of the response to the RF-centered spot of stimulus, and 2) the time course of the inhibitory effect when the additional spot of light is presented in the same RF center region. The first stage is an inhibitory feed-back from the horizontal cell to the photoreceptor. Both X- and Y-fields have this feed-back route. By this gain control mechanism, the ganglion cell will respond to the intensity ratio of the spot to the background. The second stage of inhibitory mechanism in X-field is the feed-back from sustained amacrine cell to the bipolar cell. Above two stages of feed-back mechanism in X-field explain the strong maintained suppressive effect produced by the additional spot of light. On the other hand, the Y-type ganglion cell will receive the inhibitory input via feed-forward path from transient amacrine cell. This explains the transient *on*- and *off*-suppressive effects.

[*J. Physiol. Soc. Japan* (1976) 38, 489-502]

key words : retinal ganglion cell, X/Y classification, inhibition, neuronal network.

I. 緒 言

Kuffler²⁸⁾に初まったネコの網膜神経節細胞の受容野の研究に、近年になって一つの進展がみられた。それは、on 中心型, off 中心型細胞がさらに機能的に異なる二つの型に分類され、しかもその二つの型の細胞が形態的にも相違していることが予想されたことである。Fukada, Saito たち¹⁵⁾¹⁶⁾³⁴⁾は二つの型を I 型, II 型と呼び, Cleland たち⁴⁾は transient 型, sustained 型と呼んだ。I 型 (または transient 型) は光の点滅に一過性に反応する細胞であり, II 型 (または sustained 型) は明暗の空間コントラストに持続反応を示す細胞である。また Fukada¹⁵⁾, Cleland たち⁴⁾は, I 型 (transient 型) 細胞の軸索 (視神経) の伝導速度が II 型 (sustained 型) のものに比べて平均的に速いことから, I 型 (transient 型) の細胞は II 型 (sustained 型) の細胞に比べて太い軸索をもつ大きい細胞であると考えた。さらにこれらの研究者は, I 型/

II 型 (または transient 型/sustained 型) の分類が Enroth-Cugell & Robson¹³⁾の Y 型/X 型の分類と等価であるとの考えを示した。X/Y 型細胞は受容野内での興奮と抑制の加算が線形である細胞および非線形である細胞として区別されたものである。この I 型-transient 型-Y 型, II 型-sustained 型-X 型の対応関係はその後の研究⁵⁾⁶⁾²³⁾²⁴⁾³⁹⁾によってほぼ確立したが, 名称の統一はまだなされていない。しかし現在 X, Y の名称が最も普及していると思われるので本稿ではこれを用いることにする。なお最近, 軸索の伝導速度が X 細胞よりさらに遅い細胞群が発見され W 型として分類されている³⁹⁾⁴⁰⁾。このようにネコの網膜神経節細胞が W/X/Y 型に分類された経緯およびそれぞれの受容野の性質については福田¹⁹⁾が解説している。

網膜神経節細胞にみられる X/Y 型の反応の特徴は, ネコにおいては外側膝状体細胞で失われることなく中継されて大脳皮質視覚野に送られており⁴⁾¹⁷⁾²⁰⁾²³⁾, ウサギ²⁶⁾やサル⁸⁾¹¹⁾²¹⁾にも X/Y 細胞に相当する細胞の存在が報告されているので, X/Y は on 中心/off 中心と並んでほ

哺乳類の視覚系に共通する基本的な受容野の型であると考えられる。では、X/Y型の受容野の相違は網膜内のどのような神経機構に基づいて生じてくるのであろうか。

視細胞から神経節細胞への信号伝達は、水平細胞、双極細胞、アマクリン細胞によって構成される複雑な神経連絡を経て行なわれる。機能的には、これらの神経連絡を興奮性結合と抑制性結合の二つに分類することができよう。この中で抑制性結合は、視細胞自身の光化学的順応とともに、神経節細胞が明暗の広汎な時空間変化に応じて有効に反応するための興奮の大きさの制御機構として役立っているものと考えられる。X細胞とY細胞とで反応パターンが大きく異なるのは、反応の大きさを制御しているこの抑制機構に相違があるためではないだろうか。もしもそうであれば、抑制の相違を明らかにすることが、XとYの受容野を構成している神経連絡を解明する糸口になるものと期待される。

本稿は、筆者たちが行なった次の三つの実験
 実験A. 背景光が神経節細胞の興奮性におよぼす定常的抑制³⁵⁾。

実験B. 受容野中心部内の光点刺激により生じる抑制の時間経過³³⁾。

実験C. X/Y細胞の興奮と杆状体・錐状体入力の関係¹⁸⁾。

でえた結果を受容野における抑制という観点から考察し、電子顕微鏡の導入で近年著しく発展した網膜内のシナプス結合に関する解剖学的知見を参考にして受容野の型と神経結合の関係について論じたものである。

II. 実験方法

A. 実験動物

実験Aにキシロカインによる局所麻酔の成ネコを8匹、実験B、実験Cに笑気麻酔の成ネコをそれぞれ13匹および10匹用いた。動物はガラミン100mgを静脈内に投与して非動化し、脳定位固定器に固定して人工呼吸を行なった。非動化はガラミンを20~30mg/kg/hr、アメリカゾールを3mg/hrの割合で静脈内に連続投与

することによって保持した。実験中のネコの体温は約38.5°Cに保持した。両眼の瞳孔はアトロピンとミドリンを用いて散大させ(瞳孔径約14mm)、適当な度付のコンタクトレンズを装着して光刺激に焦点を合わせるとともに角膜表面を保護した。なお実験Bでは、後述のように近接した二つの光点を受容野中心部に与えるためコンタクトレンズに直径4mmの人工瞳孔を設けて刺激光の網膜像を改善した⁴¹⁾。さらに二つの光点と受容野中心との位置関係を維持するため筋弛緩剤の投与によってもわずかに残る眼球の動きを両側の頸部交感神経切断³¹⁾によって抑えた。

B. 記録の方法とデータ解析

ガラス微小電極(2M-NaCl充填)、またはタングステン電極を用いて視索の単一線維の活動電位(インパルス放電)を導出した。このインパルス放電を増幅してオシロスコープおよびスピーカーでモニターし、同時にシュミットトリガー回路に導いてインパルス放電に対応した整形パルスをえた。このパルスを計算機(TOSBAC-3000, 東芝)に送ってパルス間の間隔を測定し磁気テープに記録した。また光刺激の点滅信号も整形パルスで計算機に送り、インパルス放電との時間関係を測定して同じ磁気テープに記録した。これらの測定データからPSTヒストグラム(post-stimulus time-histogram)を求めて反応の大きさおよび反応パターンの解析を行なった。

C. 光刺激

本研究に用いた光刺激をTable 1に示す。実験A、Cでは視角1/4度の小円光を受容野中心に呈示した。実験Bでは視角1/12度の小円光を二つ用意し、一方の検査光(TS)を受容野中心に与えた。他方の順応光(CS)は、同じ受容野中心領域内にはいりしかもTSと重畳しないように、中心から1/4度の位置に呈示した(Fig. 3A参照)。小円光の光源には、点滅を直接電氣的に制御でき、また点滅の時間特性も良い冷陰極光変調放電管(Sylvania, R 1131C:白色放電)を用いた。その点滅は自作の点灯回路

Table 1. Photic stimuli

	Experiment	Dimension (deg)	Color	I_{\max} (cd/m ²)	Duration/Period (sec)	Light source
Spot	A	$1/4_d$	white	1.7×10^3	25 / 50	glow modulator tube (Sylvania, R1131C)
	B	TS: $1/12_d$ CS: $1/12_d$	white	3.9×10^3 6.8×10^3	0.1/6 or 0.2/12 3 / 12	glow modulator tube
	C	$1/4_d$	blue red	2.2×10^0 3.0×10^1	0.1 / 2	glow modulator tube / Wratten filter #47B glow modulator tube / Wratten filter #29
Background	A	s_d	white	1.7×10^0	steadily illuminated	glow modulator tubes (Sylvania, R1131C)
	B	$34_w \times 32_h$	white	5.9×10^0		fluorescent tubes (Toshiba, FLR 40S-W/W)
	C	$55_w \times 36_h$	white blue red	1.0×10^1 2.0×10^2 6.1×10^1		tungsten lamp (Fuji, Projection 500W) tungsten lamp / Wratten filter #47B tungsten lamp / Wratten filter #29
		d: diameter w: width h: height				

Experiment A: The inhibitory effect of background light upon the ganglion cell response to the spot stimulus centered at the receptive field.

Experiment B: "Two-spot" experiment designed to study the inhibitory interaction between two spots of light, test spot (TS) and conditioning spot (CS), presented at the separate positions within the same receptive field center region.

Experiment C: Cone-rod contribution to the excitation of X- and Y-type retinal ganglion cells.

を介し方形波発生器(NF回路, FG-106 T)で制御した。特に実験Bでは、CSとTSの時間関係を精密に制御するため、点滅の制御に水晶発振器を内蔵したデジタル式二チャンネル方形波発生器(東京アプリケーション, MDS-24000)を用いた。背景光の光源は実験毎に異なり、実験Aでは小円光と光質を合わせるため背景光の光源にも光変調放電管(Sylvania, R 1131 C)を用いた。実験B, Cではそれぞれけい光灯およびタングステン白熱灯を背景光の光源に用いた。実験Cでは小円光と背景光の光路にゼラチン色フィルター(Wratten, #47B: 主波長 450 m μ , #29: 主波長 630 m μ)を挿入して青および赤の色光をえた。小円光と背景光の明るさはNDフィルター(Wratten, #96)で調節した。

III. 実験結果

A. 刺激-反応特性に対する背景光の影響

受容野中心部に与えた光点刺激に対するネコの網膜神経節細胞の反応の大きさは、一定の背景光下では刺激光強度の対数にほぼ比例して増大し、ある点で飽和する。この刺激-反応特性曲線(S-R曲線)は、背景光を明るくすると刺激光の明るい方向へ、暗くすると暗い方向へ平

行移動することが知られている³⁶⁾。すなわち、ある明るさの刺激光に対する反応は背景を明るくすると小さくなるので、同じ大きさの反応を与えるには刺激光も明るくしなければならない。

本実験ではS-R特性に与える背景光の影響がX/Y細胞でどのように異なるかを検討した。受容野中心に与えた光点刺激に対するX細胞、Y細胞の反応の大きさは刺激呈示後それぞれ独自の時間経過で変化する。そこで25秒間呈示の刺激光に対する反応のうち刺激光の立上りから0~0.5秒の間の部分を過渡反応部、10~20秒の間の部分を持続反応部と定義し、それぞれの区間の平均放電密度と背景放電密度の差で表わした反応の大きさと刺激光強度の関係を求めた。Fig. 1 A, BにX, Y細胞の過渡反応部におけるS-R特性と背景光強度の関係を示し、同図CにX細胞の持続反応部における関係を示した。反応の大きさは各S-R曲線について最大値で正規化して示した。A, Bでは最大値はそれぞれ約220および200インパルス/秒、Cでは約60インパルス/秒である。なお、Y細胞は持続反応部を持たない。つまり、Y細胞の反応は一過性で、刺激呈示後10~20秒間の放電密度と背景放電密度との間に違いが認めら

れない。

過渡反応の S-R 特性において X/Y の相違は

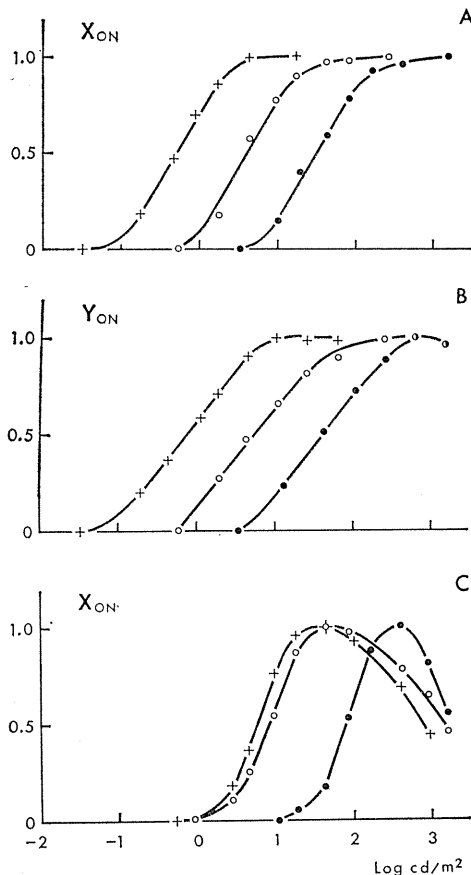


Fig. 1. A, B: Normalized stimulus-response curves (S-R curves) for the transient part of the responses of X_{on} -cell and that of Y_{on} -cell, respectively. C: Normalized S-R curves for the sustained part of the responses of the same cell as in A. S-R curves were obtained under three background luminance conditions of 1.7×10^{-8} cd/m^2 , $n = -2$ (+), -1 (○) and 0 (●). Abscissa; spot intensity in $\log cd/m^2$. Ordinate; relative response magnitude (R) calculated by the following equation.

$$R = (\bar{f}(T) - r_b) / (\bar{f}(T)_{max} - r_b)$$

where $\bar{f}(T)$ is the mean discharge rate during the observation time T, $\bar{f}(T)_{max}$ the maximum of $\bar{f}(T)$, and r_b the background discharge rate. In A and B, T is the initial 500 msec after the stimulus onset. In C, T is 10 sec from 10 to 20 sec after the stimulus onset. The $\bar{f}(T)_{max}/r_b$ are approximately 220/10, 200/15 and 60/10 impulses/sec in A, B and C, respectively.

S-R 特性の勾配にみられる。すなわち光刺激強度を 1 対数単位だけ増加したときのインパルス放電頻度の増加は、X 細胞の約 150 インパルス/秒に対し Y 細胞ではその半分に近い約 80 インパルス/秒程度である。一方、飽和時の反応の大きさは X と Y とであまり差がないため、反応の大きさが光刺激強度の対数にほぼ比例して変わる範囲は、Y 細胞では平均 2.5 log であるのに対し X 細胞では平均 1.3 log と狭い。

次に S-R 特性と背景光強度の関係をみると、背景光を 0.017, 0.17, 1.7 cd/m^2 と 1 log ずつ変えてえられた S-R 曲線は、X, Y どちらの型の細胞においても形は変わらずに曲線の位置が光点刺激強度の軸上を 0.8~0.9 log ずつ平行移動していることがわかる。すなわち受容野中心部に与えた光点刺激に対する過渡反応の大きさは、刺激光強度にのみ依存して定まるのではなく、刺激光強度と背景光強度の比にほぼ依存して定まっている。このような刺激光と背景光の関係にみられる反応の大きさの正規化作用には X/Y の差が認められない。

X 細胞に特有な持続反応部の S-R 特性には、Fig. 1 C に示すように過渡反応部と異なる二つ特徴がみられた。

第一の特徴は、1.7, 0.17 cd/m^2 の明るい背景光のもとでえられた S-R 曲線は平行移動しているが、最も暗い 0.017 cd/m^2 の背景光に対してえられた S-R 曲線は 0.17 cd/m^2 の背景光に対する曲線とほぼ同じ位置にきていることである。これは、背景光がある強度以下になると X 細胞の持続反応の大きさは光点の輝度に対応して定まることを示している。言い換えれば、X 細胞に特有な持続反応は刺激光強度をある程度以上強くしなければ生じない。第二の特徴は、刺激強度の増大に伴って反応の大きさが極大に達した後、刺激をさらに強くすると反応が逆に減少することである。この減少部分では曲線は平行移動せず、しかも放電密度の減少に伴って放電間隔の変動が著しく減少することが明らかになった。Fig. 2 は、25 秒間呈示の光点刺激に対する反応のうち刺激の立上りから 20~22 秒の

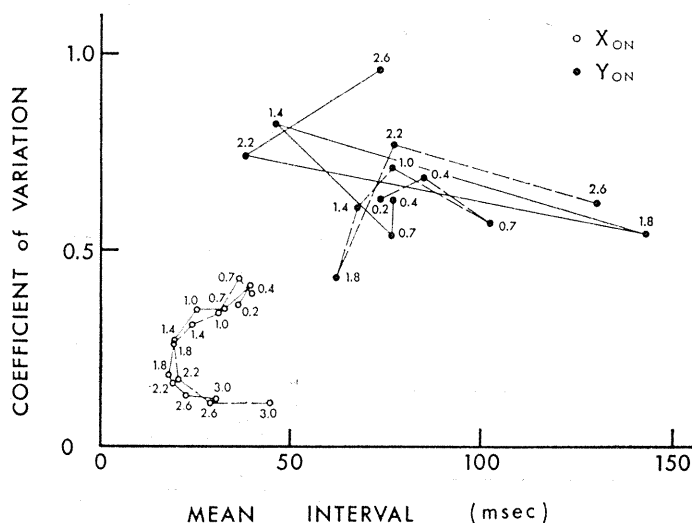


Fig. 2. Effect of stimulus intensity upon the length and the variability of the interspike intervals of discharges appeared at the late part of the stimulating period. Calculations of the mean interval (MI) and the coefficient of variation (CV) were made for the discharges appeared during 2 sec from 20 to 22 sec after the onset of the stimulus spot which was presented for 25 sec. Number beside each point shows a value of \log (spot luminance/background luminance). Background luminance was 1.7 cd/m². In Y-cell (filled circles, two examples shown by different lines), both MI and CV show no correlation with stimulus intensity and are scattered at random taking larger values than those of X-cell. The mean values of these MIs and CVs do not differ from those calculated for the spontaneous firing of the cell. While in X-cell (open circles, two examples), MI and CV are the function of the stimulus intensity. Note the monotonic decrease of CV with increasing stimulus intensity.

間のインパルス放電について、放電間隔の平均値と変動係数（標準偏差/平均値）が刺激光強度とどのような関係にあるかをX、Y細胞それぞれ2例ずつ示したものである。刺激光強度は各点の横に背景光強度に対する比で示した。Y細胞では、インパルス放電間隔の平均値も変動係数も刺激光強度との間に一定の関係を示すことなくばらつく。また、この間のインパルス放電密度の平均値は刺激光を与えないときの背景放電密度と違いがない。一方、X細胞では平均値も変動係数も刺激光強度に明らかに依存している。インパルス放電間隔の平均値は刺激光強度の増大に伴っていったん減少するが、反応の極大を示す最小値に達した後再び大きくなって行く。X細胞の持続反応の注目すべき特徴は、放電間隔の変動係数が刺激光強度の増大に伴って単調減少して0.1にまで達することであ

る。

B. 受容野中心部内における抑制-二点刺激に対する反応特性

前項に述べた反応の大きさの正規化作用は背景光により受容野内に生じている一種の定常的な抑制効果とみることができる。一方、受容野中心部を繰り返して刺激するとY細胞の反応は変わらないがX細胞の反応は徐々に減少するというFukada¹⁵⁾の観察から、受容野中心部における抑制の時間経過はX/Yで相違していることが予想される。そこで、受容野中心に与えた閃光刺激（検査光、TS）に対する反応が、同じ受容野中心部内の他の点に第二の光点（順応光または条件光、CS）を先行して与えると抑制を受けることに注目し、CSの先行時間を変えて受容野中心部内に生じる抑制の時間経過をXおよびY細胞と比較した。TSとCSの呈示位置の

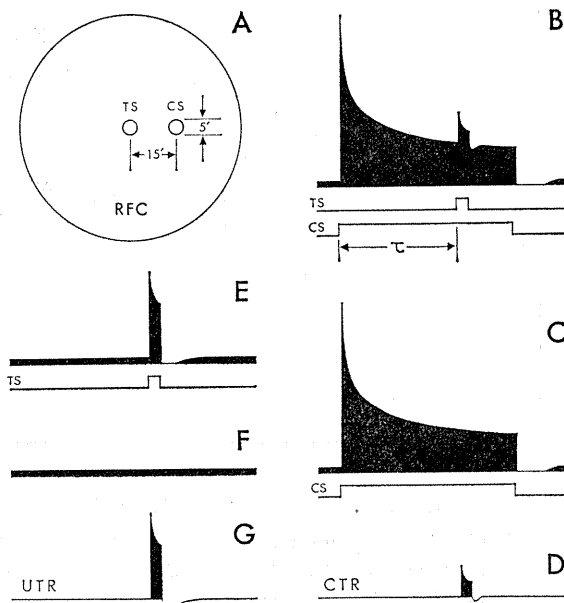


Fig. 3. A: The arrangement of a test spot (TS) and a conditioning spot (CS) within the receptive field center (RFC) of a retinal ganglion cell. B~G: Measurement of the response magnitudes of the conditioned test response (CTR) and the unconditioned test response (UTR). B: Response to the combined stimuli of CS and TS. Time delay between the onset of CS and that of TS is given by τ . C: Response to CS only. D: The net response obtained by subtracting C from B. E: Response to TS only. F: Spontaneous firing level of the cell. G: The net response obtained by subtracting F from E. The magnitude of CTR and that of UTR is defined as a positive part of each net response shown in D and G, respectively.

関係は Fig. 3 A に示した。

抑制の時間経過は次の手続きにしたがって求めた。Fig. 3 に模式的に示すように、まず CS の先行時間が τ の CS-TS 組み合わせ刺激を12秒毎に10~20回与え、反応の平均加算ヒストグラムを同図 B のように求める。同様に CS の単独刺激に対する反応の PST ヒストグラムを C のように求める。B と C の差として求めた D は CS と組み合わせて与えた TS に対する反応成分と考えられる。そこでこの反応の正の部分を条件付検査光反応 (conditioned test-response, CTR) の大きさと定義する。一方、TS 単独刺激に対する反応も同じく PST ヒストグラムの形で E のように求め、F に示した背景放電との差 G の正の部分を無条件検査光反応 (unconditioned test-response, UTR) の大きさと定義する。両者の比 (CTR/UTR) は CS 呈示によ

り TS に対する反応がどのように変化したかを示す指標となる。

CS, TS に対する実際の反応パターンの例を Fig. 4 (X 細胞), Fig. 5 (Y 細胞) に示す。Fig. 4 の左列には持続時間が 0.2 秒の TS を CS の持続期間内に呈示した場合を示し、右列には CS 除去後に与えた場合を示した。図の右列の一番下のヒストグラムは TS を単独に与えた場合の反応である。Fig. 5 の Y 細胞では、0.1 秒の TS を CS 呈示中および除去後にそれぞれ一回与えている。

Fig. 6 に CTR/UTR (縦軸) と CS の TS に対する先行時間 (横軸) の関係を X, Y 細胞について示した。この図から TS に対する反応は CS 呈示により抑制を受け、その時間経過が X/Y 細胞で非常に異なることが注目される。X 細胞では順応光呈示とともに抑制は次第

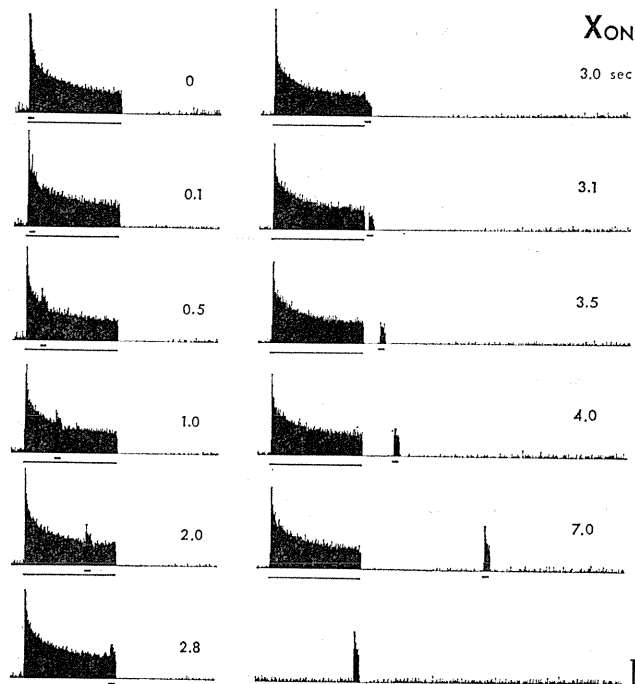


Fig. 4. "Two-spot" experiment on a X_{on} -cell. TS is presented for 200 msec (short bar under histograms) with various delays from the onset of CS (3 sec in duration, long bar). The delay τ is given on the right side of each PST-histogram. In the left column, τ is shorter than 3 sec, therefore TS is given during CS presentation. In the right column, τ is longer than 3 sec, i. e., TS is given after the cessation of CS. The right bottom histogram indicates the response to TS only. Responses were averaged over 20 stimulus cycles. Bin width ; 20 msec. Vertical calibration ; 100 impulses/sec.

に発達して順応光呈示中ほぼ一定の値を保つ。一方Y細胞では順応光呈示による検査光反応に対する抑制は一過性で、順応光呈示中の持続性抑制はX細胞に比べて弱い。順応光を除去すると、Y細胞では検査光に対する反応が再び一過性の強い抑制を受けるのに対し、X細胞では検査光に対する反応は次第に回復するだけで順応光除去による新たな抑制の発生はみられない。順応光強度を強くすると、持続性抑制、一過性抑制ともに強くなるがX/Yの時間経過にみられる特徴は保持される。

C. X, Y 細胞の興奮と杆状体・錐状体入力の関係

ネコの網膜には杆状体と錐状体の二種類の視細胞が存在し、神経節細胞の反応にはプルキンエ現象がみられることが知られている²²⁾。前2

項の実験は杆状体と錐状体の両者が働いていると考えられる mesopic adaptation のもとで行なったものである。そこでX細胞とY細胞とで二種類の視細胞からの入力の受け方に相違があるかどうかを検討する必要がある。

まず第一に、白色背景光の輝度を0.01~10 cd/m²の間で10倍ずつ変え、それぞれの背景光下で青および赤の光点に対するX, Y細胞の反応の閾値を測定した。その値から等エネルギーの青および赤の光点に対する相対感度曲線を求めたものをFig. 7A, Bに示す。このような感度曲線をいくつかの細胞について求め、それを赤に対する感度と青に対する感度の比として表わしたのがFig. 7Cである。X, Yどちらの型の細胞においても背景光が明るくなるほど赤/青の感度比が大きくなることがわかる。すなわ

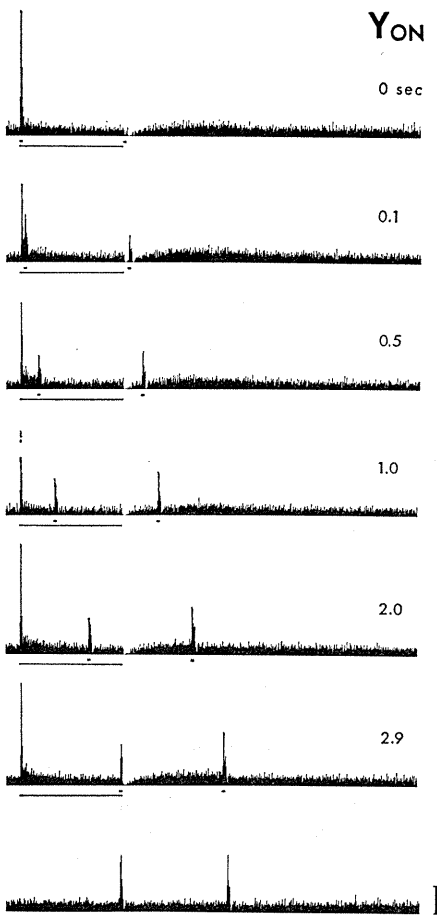


Fig. 5. "Two-spot" experiment on a Y_{on} -cell. TS (100 msec in duration, short bar) is given two times in one stimulus cycle with the equal delay from *on* and *off* of CS (3 sec in duration, long bar). The delay is systematically longer as indicated on the right side of each histogram. The bottom histogram indicates response to TS only. Other explanations as in Fig. 4.

ち、プルキンエ現象はX細胞、Y細胞の双方に生じている。しかしX細胞の赤/青の感度比は常にY細胞に比べて大きい。

次に、背景光にも色光を用いて杆状体あるいは錐状体のどちらかをより強く順応させたときの色光に対するS-R曲線を求めFig. 8に示した。横軸には青および赤の光点の強度を等エネルギーになるように正規化したときの相対値を示し、縦軸には2秒に1回0.1秒の閃光として

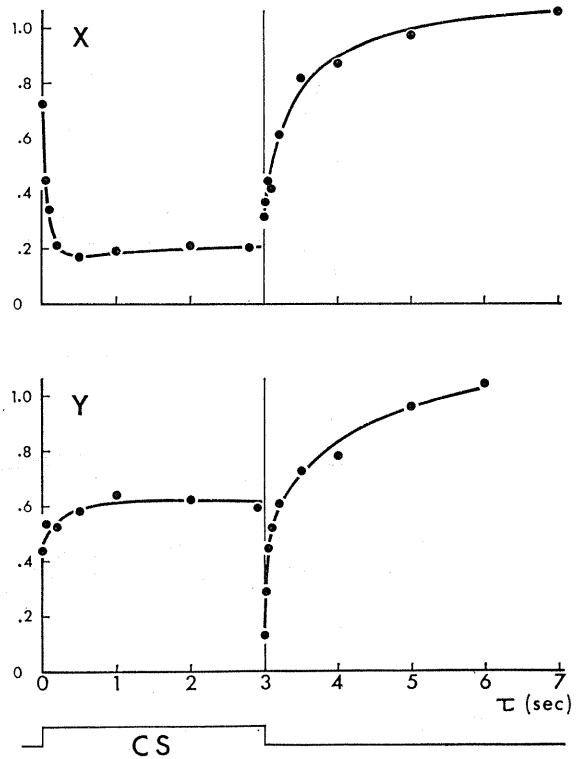


Fig. 6. Time courses of the decrease of the test-response magnitude when TS is presented concomitantly with CS. The ratio of the response magnitudes between CTR and UTR is plotted against the time delay τ between the onset of CS and that of TS. Note the differences between X- and Y-cells (both, on-center type): strong maintained suppression during CS presentation in X, while transient *on* and *off* suppressions with weak maintained suppression in Y. CS duration; 3 sec.

与えた色光に対する反応の大きさを10~20回の繰り返し刺激に対する平均加算ヒストグラム上で求め、刺激呈示の0.1秒間の平均インパルス放電密度で示した。このS-R曲線で、赤の光点に対する反応量はYに比べXの方がはるかに大きいことから、X細胞はY細胞に比べて錐状体からの入力を多く受けていることがわかる。また、さきに述べたX細胞の方がY細胞に比べS-R曲線の勾配が急である傾向は、青背景光下での赤の光点に対するS-R曲線に顕著に表われることから、刺激-反応関係にみられた勾配の相違は、錐状体/杆状体から受ける信号の割

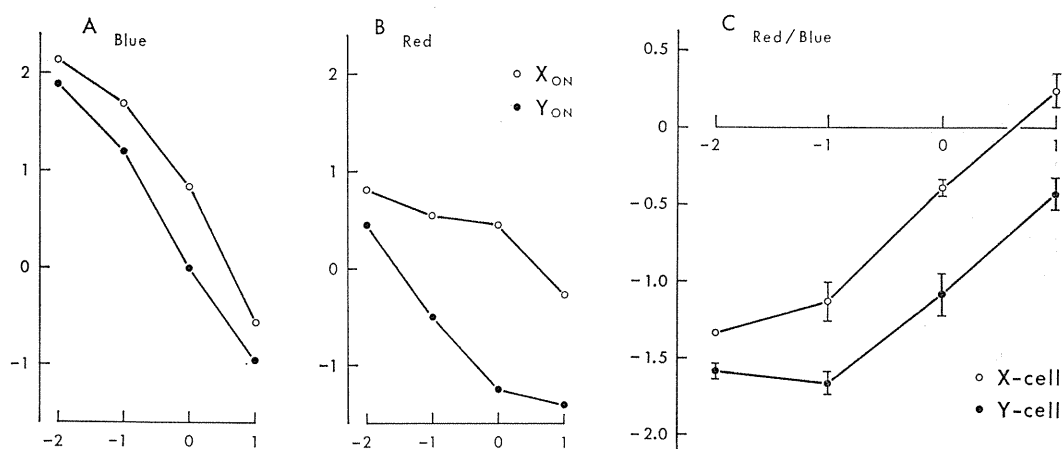


Fig. 7. A, B; Change of sensitivities to blue (A) and red (B) spots as a function of the background luminance in a X_{on}-cell (open circles) and a Y_{on}-cell (filled circles). Abscissa; background luminance in log cd/m². Ordinate; log relative sensitivity. Blue- and red-sensitivities are normalized for energy. C: Change of red/blue sensitivity ratio as a function of the background luminance in X-cells (open circles, 9 cells) and in Y-cells (filled circles, 4 cells). Abscissa; same as in A and B. Ordinate; red/blue sensitivity ratio in log unit.

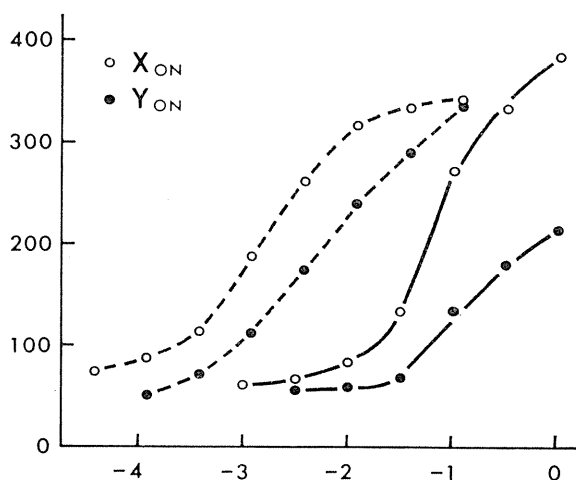


Fig. 8. S-R relations for blue spot in the presence of red background light (interstitial lines) and that for red spot in the presence of blue background light (solid lines). Abscissa; log relative spot intensity normalized for energy. Ordinate; response magnitude (discharge rate averaged over 100 msec after the stimulus onset, impulses/sec). Intensities of blue and red background light are equalized for scotopic luminance.

合の違いに関係があるものと思われる。

Ⅳ. 考 察

受容野における抑制の重要な役割の一つは、Rushton³²⁾が field adaptation と呼んだゲイン

コントロールの機能であろう。すなわち、Sakmann & Creutzfeldt³⁶⁾が指摘しているように、網膜内のゲインコントロール機構により視細胞—神経節細胞間の興奮の伝達が調節され、神経節細胞の反応の大きさが刺激光と背景

光の強度比に対応するという関係が維持されているものと考えられる。

本稿の実験Aでは、反応の大きさが刺激光と背景光の強度比に依存するという現象がX, Y両細胞に共通にみられることを示した。したがって背景光強度に応じた抑制を生じて刺激光に対する感度を調節するゲインコントロール機構は、X, Yどちらの型の受容野にも同じように備わっているものとみることができ。またこの抑制は持続性でなければ背景光強度に応じたゲインコントロールの役目をなさないであろう。

次に受容野中心部の光点刺激で生じたX/Yで時間経過を異にする抑制について論じてみよう。まず一步退いて、検査光に対する反応が単独呈示のときに比べて順応光を与えると小さくなる原因として抑制以外の要因が考えられるかどうかを検討しなければならない。二つの光点を呈示したときの反応がそれぞれの光点を単独に与えたときの反応の和より小さくなる原因として、神経節細胞自身の性質としての「興奮の加算の非直線性⁷⁾³⁸⁾」をあげることができよう。もしもそれが原因なら、細胞がより密なインパルス放電を示している時点で与えた検査光に対する反応ほど小さくしなければならない。たとえば順応光に対する一過性反応部のような放電密度の高い部分では加算の非直線性も無視できない要因になるかもしれない。しかし検査光反応の減少の経過が順応光に対する反応の大きさの時間経過に対応していないことはFig. 4, 5, 6を見ても明らかである。したがって興奮の加算の非直線性が検査光反応の減少の主要な原因であるとは考えにくい。順応光 off 直後で細胞にインパルス放電活動がみられない時点で与えた検査光に対する反応が減少している事実から推しても、順応光を与えることにより積極的な抑制が受容野に生じていることは疑いない。ではその抑制とはどのようなものであろうか。受容野中心部の光点刺激で発生する抑制として、まず第一に前述のゲインコントロール機構の働きによるものが考えられる。しかし、面積の小

さい順応光によってX, Y両受容野に発生する抑制は弱い持続抑制であるものと思われる。このように考えてくると、順応光呈示中持続するX細胞の強い抑制と順応光のonとoffで一過性に発生するY細胞の抑制を説明するには、両者に共通するゲインコントロール機構に加えてそれぞれに固有な抑制機構の存在を想定せざるを得ない。

では、X, Y細胞の受容野に共通な抑制機構およびそれぞれに固有な抑制機構としてどのような神経結合が考えられるだろうか。

サンショウウオやカメなどの冷血脊椎動物では網膜内の各神経要素からの細胞内記録がなされ、視細胞の反応の大きさがすでに刺激光と背景光の強度比に対応していることが知られている¹⁾³⁰⁾⁴²⁾。このようなゲインコントロール機構としては、水平細胞から視細胞へのフィードバック型抑制が想定されている¹⁾³⁰⁾⁴²⁾。ネコではまだ細胞内記録は十分進んでいないが、網膜内でのゲインコントロールを、水平細胞から視細胞へのフィードバック型抑制¹⁴⁾、あるいは水平細胞から視細胞—双極細胞間のシナプス部へのフィードバック型シナプス前抑制³⁾で説明しようとする試みもなされている。そこで、背景光強度に応じて光点刺激に対する感度を調節する抑制機構として、X, Yどちらの型の受容野にもFig. 9に示すような水平細胞から視細胞へのフィードバック型の抑制結合を受け入れてみよう。冷血脊椎動物の水平細胞の光刺激に対する反応が持続的な過分極性の電位であることから、水平細胞によって抑制がもたらされるとすれば、それは持続抑制であることが推定される。

以上の想定からX/Yで時間経過の異なる抑制のメカニズムは双極細胞層以後に求めなければならない。X, Y両者のうちY型受容野に一過性抑制をもたらす神経要素の候補は比較的容易にみつけることができるように思われる。なぜなら、Werblin & Copenhagen⁴³⁾がアメリカサンショウウオ (*Necturus*) の transient 型と sustained 型の神経節細胞にみられる抑制の

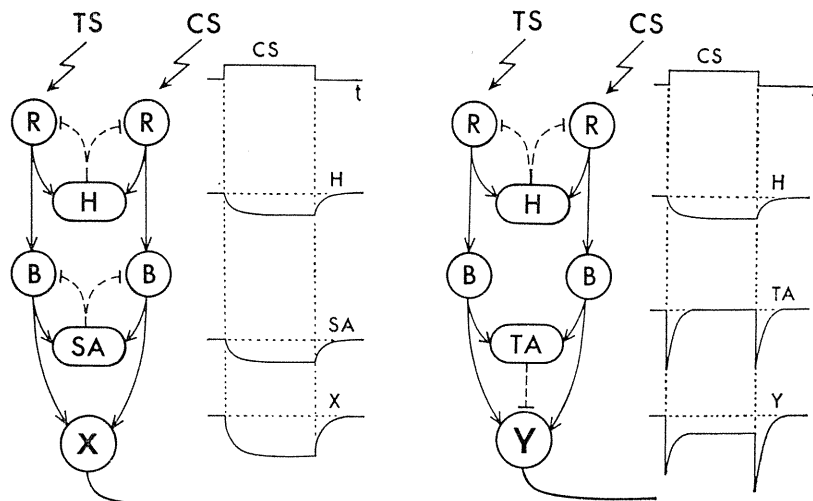


Fig. 9. Schematic illustration of hypothesized inhibitory neuronal mechanisms, which are composed of two-stages, within X- and Y-type receptive fields of retinal ganglion cells. Time course of the inhibitory effect produced by CS presentation at each stage is given on the right side of the network. The first stage is the inhibitory feed-back from the horizontal cell (H) to the photoreceptor (R). This feed-back connection will subsurface as a gain control mechanism in both X- and Y-fields. In response to CS, this mechanism produces maintained inhibitory effect on the TS-response. At the second stage, the inhibitory feed-back mechanism from sustained amacrine cell (SA) to the bipolar cell (B) reduces the gain of excitatory transmission from the bipolar cell to the ganglion cell in X-field, while in Y-field, transient amacrine cell (TA) inhibits the ganglion cell directly at *on* and *off* of CS. Different time courses of the inhibitions between X- and Y-fields will be explained as the result of two-stage inhibitions at the outer- and the inner-plexiform layers.

相違を調べ、transient型神経節細胞だけが光刺激のonおよびoffで一過性反応を示すアマクリン細胞によって細胞内電位が過分極されることをみだしたからである。すなわち、Fig. 9に示すようにY細胞の受容野には水平細胞が関与するフィードバック型抑制に加えて一過性反応を示すアマクリン細胞 (TA) から神経節細胞へのフィードフォワード型抑制があるものと仮定すれば、二点刺激で明らかになった抑制の時間経過を説明することができる。

ではX型受容野には内網状層にどのような神経結合が想定されるだろうか。近年、サルやネコの網膜の内網状層におけるシナプスの構造が、電子顕微鏡を用いて観察されている¹⁰⁾¹²⁾。それらの研究では、双極細胞が二つの後シナプス要素、すなわち神経節細胞とアマクリン細胞あるいは二つのアマクリン細胞との間に作る dyad

シナプスのすぐ近傍に、アマクリン細胞から逆に双極細胞に向かうシナプスが非常に一般的に見られることが報告されている。このような双極細胞とアマクリン細胞との間の回帰性シナプスが、もしも Dowling⁹⁾の示唆のようにフィードバック型の抑制として機能しているとすれば、双極細胞の反応はその抑制により安定化されることが予想される。いま、X細胞の受容野に Fig. 9に示すような持続反応を示すアマクリン細胞 (SA) によるフィードバック型の抑制機構を仮定してみよう。順応光照射により双極細胞とアマクリン細胞の間の局所的回帰性シナプス部で発生した抑制が、アマクリン細胞の横方向に伸びる突起を介して広がり、受容野内の少し離れた場所に与えた検査光に反応している双極細胞にもその抑制の影響がおよぶことが十分考えられる。すなわち、X細胞の持続的な時

間経過を示す抑制は水平細胞およびアマクリン細胞による二段のフィードバック型抑制の結果として理解されよう。X細胞の持続反応にみられた反応パターンの安定化現象²⁹⁾³⁵⁾³⁷⁾も、二段のフィードバック型抑制の所産とみることができる。X細胞の反応を安定化するアマクリン細胞として持続反応を示すアマクリン細胞 (SA) を仮定したが、一般には、アマクリン細胞は光刺激に対して一過性反応を示すといわれている⁴³⁾⁴⁴⁾。しかし最近 Kaneko²⁵⁾が、キンギョの網膜に sustained 型と transient 型の二種類のアマクリン細胞を見出し、しかも sustained 型アマクリン細胞は transient 型と違って color-opponent であることを示したことは、次に述べる杆状体、錐状体と X, Y 細胞との関係にも関連し興味深い。

Fig. 9 には杆状体と錐状体の二種類の視細胞は区別されていないが、最近 Boycott & Kolb²⁾は、Golgi 染色標本の光学顕微鏡および電子顕微鏡を用いた検索で、ネコの網膜に rod-bipolar, cone-bipolar の存在を明らかにした。さらに Kolb & Famiglietti²⁷⁾はネコの網膜に二種類のアマクリン細胞を区別し、そのうち一方の型のアマクリン細胞は直接の入力を rod-bipolar からしか受けていないことを示した。このような杆状体と錐状体の径路の相違と、本稿で示した X/Y 両細胞間の錐状体と杆状体からの寄与の受け方の相違との間にどのような関係があるかは、今後の興味深い課題となろう。X細胞の持続反応が刺激光強度をある程度以上強くないと現われないことも、X細胞がY細胞に比べて錐状体から多く入力を受けていることに関係があるのかもしれない。このことから、錐状体と杆状体のどちらか一方だけが働く状態では、放電パターンや受容野中心部内での抑制の時間経過にみられた X/Y の特徴に変化が生じる可能性も残されている。したがって、Fig. 9 に示した神経結合は、まだ作業仮説の段階であり、このような仮説の正否を検討しながら X/Y 細胞の受容野を特徴づけている神経回路を明らかにするには、細胞内記録および

組織学的検索をも取り入れた受容野の機能と構造の両面からの追求が必要である。

V. 総 括

ネコの網膜のXおよびY型神経節細胞の受容野にみられる抑制の性質を説明するため、それぞれの受容野に二段の抑制性神経結合を仮定した。

第一段の抑制は水平細胞から視細胞へのフィードバック型抑制である。この抑制は、神経節細胞の反応の大きさが刺激光と背景光の強度比に依存するように神経節細胞に伝達される興奮の大きさを調節するゲインコントロール機能を果たす。反応の大きさが刺激光と背景光の強度比に依存するという現象はX, Y両細胞に共通にみられるので、水平細胞が関与するゲインコントロール機構はX, Yどちらの型の受容野にも備わっていないなければならない。このゲインコントロール機構は受容野中心部の光点刺激によっても働きX, Y両細胞の受容野に弱い持続抑制を生じる。

第二段の抑制結合はXとYとで異なり、X型受容野には持続反応型アマクリン細胞から双曲細胞へのフィードバック型抑制結合を、Y型受容野には一過性反応型アマクリン細胞から神経節細胞へのフィードフォワード型抑制結合を想定した。受容野中心部内の光点刺激によってX型受容野に生じる強い持続抑制およびY型受容野に生じる刺激の on と off での強い一過性抑制はこれらのアマクリン細胞による抑制として説明できる。

また、X, Yどちらの細胞も錐状体と杆状体の双方から入力を受けるが、X細胞の方が錐状体から多く入力を受けている。このことから予想される錐状体と杆状体から神経節細胞に至る信号伝達径路の違いと抑制結合の違いとの関連は、抑制結合に関する仮説の検証とともに今後検討すべき課題である。

本稿を終わるに臨み、懇篤な御教示、御校閲をいただいた田崎京二教授に深く感謝致します。特に、共同研究者である深田芳郎博士に心からの謝意を捧

げます。

文 献

- 1) Baylor, D. A., Fuortes, M. G. F. & O'Bryan, P. M. (1971) Receptive fields of single cones in the retina of turtle. *J. Physiol.* **214**, 265-294
- 2) Boycott, B. B. & Kolb, H. (1973) The connections between bipolar cells and photoreceptors in the retina of the domestic cat. *J. Comp. Neurol.* **148**, 91-114
- 3) Büttner, U. & Grüsser, O. -J. (1968) Quantitative Untersuchungen der räumlichen Erregungssummation im rezeptiven Feld retinaler Neurone der Katze. I. Reizung mit 2 synchronen Lichtpunkten. *Kybernetik* **4**, 81-94
- 4) Cleland, B. G., Dubin, M. W. & Levick, W. R. (1971) Sustained and transient neurones in the cat's retina and lateral geniculate nucleus. *J. Physiol.* **217**, 473-496
- 5) Cleland, B. G. & Levick, W. R. (1974) Brisk and sluggish concentrically organized ganglion cells in the cat's retina. *J. Physiol.* **240**, 421-456
- 6) Cleland, B. G., Levick, W. R. & Sanderson, K. J. (1973) Properties of sustained and transient ganglion cells in the cat retina. *J. Physiol.* **228**, 649-680
- 7) Creutzfeldt, O. D., Sakmann, B., Scheich, H. & Korn, A. (1970) Sensitivity distribution and spatial summation within receptive-field center of retinal on-center ganglion cells and transfer functions of the retina. *J. Neurophysiol.* **33**, 654-671
- 8) De Monasterio, F. M., Gouras, P. & Tolhurst, D. J. (1976) Spatial summation, response pattern and conduction velocity of ganglion cells of the rhesus monkey retina. *Vision Res.* **16**, 674-678
- 9) Dowling, J. E. (1967) The site of visual adaptation. *Science* **155**, 273-279
- 10) Dowling, J. E. & Boycott, B. B. (1966) Organization of the primate retina: electron microscopy. *Proc. Roy. Soc., Lond. B.* **160**, 80-111
- 11) Dreher, B., Fukada, Y. & Rodieck, R. W. (1976) Identification, classification and anatomical segregation of cells with X-like and Y-like properties in the lateral geniculate nucleus of old-world primates. *J. Physiol.* **258**, 433-452
- 12) Dubin, M. W. (1970) The inner plexiform layer of the vertebrate retina: a quantitative and comparative electron microscopic analysis. *J. Comp. Neurol.* **140**, 479-506
- 13) Enroth-Cugell, C. & Robson, J. G. (1966) The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. *J. Physiol.* **187**, 517-552
- 14) Enroth-Cugell, C. & Shapley, R. M. (1973) Adaptation and dynamics of cat retinal ganglion cells. *J. Physiol.* **233**, 271-309
- 15) Fukada, Y. (1971) Receptive field organization of cat optic nerve fibers with special reference to conduction velocity. *Vision Res.* **11**, 209-226
- 16) Fukada, Y. & Saito, H. (1971) The relationship between response characteristics to flicker stimulation and receptive field organization in the cat's optic nerve fibers. *Vision Res.* **11**, 227-240
- 17) Fukada, Y. & Saito, H. (1972) Phasic and tonic cells in the cat's lateral geniculate nucleus. *Tohoku J. exp. Med.* **106**, 209-210
- 18) 深田芳郎, 斎藤秀昭 (1973) ネコの網膜および外側膝状体における cone-rod interaction. *日本生理誌* **35**, 544-545
- 19) 福田 淳 (1975) 視覚中枢入力多元性. *生体の科学* **26**, 442-452
- 20) Fukuda, Y. & Stone, J. (1974) Retinal distribution and central projections of Y-, X- and W-cells of cat's retina. *J. Neurophysiol.* **37**, 749-772
- 21) Gouras, P. (1969) Antidromic responses of orthodromically identified ganglion cells in monkey retina. *J. Physiol.* **204**, 407-419
- 22) Hammond, P. & James, C. R. (1971) The Purkinje shift in cat: extent of the mesopic range. *J. Physiol.* **216**, 99-109
- 23) Hoffmann, K. P., Stone, J. & Sherman, S. M. (1972) Relay of receptive-field properties in dorsal lateral geniculate nucleus of the cat. *J. Neurophysiol.* **35**, 518-531
- 24) Ikeda, H. & Wright, M. J. (1972) Receptive field organization of 'sustained' and 'transient' retinal ganglion cells which subserve different functional roles. *J. Physiol.* **227**, 769-800
- 25) Kaneko, A. (1973) Receptive field organization of bipolar and amacrine cells in the goldfish retina. *J. Physiol.* **235**, 133-153
- 26) 刈田啓史郎, 高橋弥穂, 田崎京二 (1973) ウサギ網膜にみられる一過性および持続性応答ニューロン. *日本生理誌* **35**, 533
- 27) Kolb, H. & Famiglietti, E. V. (1974) Rod and cone pathways in the inner plexiform layer of cat retina. *Science* **186**, 47-49
- 28) Kuffler, S. W. (1953) Discharge patterns and functional organization of mammalian retina. *J. Neurophysiol.* **16**, 37-68
- 29) 中浜 博, 佐藤孝行, 石井直宏, 山本光璋 (1974) 視覚系単一ニューロンの時系列分析. *日本生理誌* **36**, 276-277
- 30) Normann, R. A. & Werblin, F. S. (1974) Control

- of retinal sensitivity. I. *Light and dark adaptation of vertebrate rods and cones*. J. Gen. Physiol. **63**, 37-61
- 31) Rodieck, R. W., Pettigrew, J. D., Bishop, P. O. & Nikara, T. (1967) Residual eye movements in receptive-field studies of paralyzed cats. Vision Res. **7**, 107-110
- 32) Rushton, W. A. H. (1965) The Ferrier Lecture, 1962. Visual adaptation. Proc. Roy. Soc., Lond. B. **162**, 20-46
- 33) Saito, H. & Fukada, Y. (1975) Gain control mechanisms within the receptive field center of cat's retinal ganglion cells. Vision Res. **15**, 1407-1410
- 34) Saito, H., Shimahara, T. & Fukada, Y. (1970) Four types of responses to light and dark spot stimuli in the cat optic nerve. Tohoku J. exp. Med. **102**, 127-133
- 35) Saito, H., Shimahara, T. & Fukada, Y. (1971) Phasic and tonic responses in the cat optic nerve fibers—Stimulus—response relations. Tohoku J. exp. Med. **104**, 313-323
- 36) Sakmann, B. & Creutzfeldt, O. D. (1969) Scotopic and mesopic light adaptation in the cat's retina. Pflügers Arch. **313**, 168-185
- 37) Sato, T., Yamamoto, M. & Nakahama, H. (1976) Variability of inter-spike intervals of cat's on-center optic tract fibres activated by steady light spot: a comparative study on X- and Y-fibers. Exp. Brain Res. **24**, 285-293
- 38) Stone, J. & Fabian, M. (1968) Summing properties of the cat's retinal ganglion cell. Vision Res. **8**, 1023-1040
- 39) Stone, J. & Fukuda, Y. (1974) Properties of cat retinal ganglion cells: a comparison of W-cells with X- and Y-cells. J. Neurophysiol. **37**, 722-748
- 40) Stone, J. & Hoffmann, K. -P. (1972) Very slow-conducting ganglion cells in the cat's retina: a major, new functional type? Brain Res. **43**, 610-616
- 41) Wässle, H. (1971) Optical quality of the cat eye. Vision Res. **11**, 995-1006
- 42) Werblin, F. S. (1974) Control of retinal sensitivity. II. *Lateral interactions at the outer plexiform layer*. J. Gen. Physiol. **63**, 62-87
- 43) Werblin, F. S. & Copenhagen, D. R. (1974) Control of retinal sensitivity. III. *Lateral interactions at the inner plexiform layer*. J. Gen. Physiol. **63**, 88-110
- 44) Werblin, F. S. & Dowling, J. E. (1969) Organization of the retina of the mudpuppy, *Necturus maculosus*. II. Intracellular recording. J. Neurophysiol. **32**, 339-355

Effects of ATP on the membrane currents and tension components of bullfrog atrial muscle

Masayosi GOTO, Atsuko YATANI and Yasuo TSUDA *

Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kyushu University, Fukuoka 812, Japan

In mammalian myocardium, a close relationship between the level of glycolysis and transmembrane electrical activity has been clarified^{7,8)} and the duration of action potential was elucidated to relate with the amount of ATP derived mainly from glycolytic process^{4,9)}. Effects of externally applied adenosine compounds, however, have not been consistent in results. Adenine nucleotides such as ATP, ADP and AMP depressed the contractility of rat, rabbit, cat and guinea-pig isolated atria^{2,6,10)}, producing a marked shortening of action potential. Whereas, in frog ventricle a dramatic recovery of contractile force and prolongation of action potential was observed after addition of ATP in Ca-deficient condition¹⁾, and even an induction of slow action potential (plateau potential) was noted in partially depolarized guinea-pig heart¹³⁾.

These discrepant results may suggest an existence of dual sites of the actions of ATP which might vary differently depending on conditions or animal species. No detail study, however, has been done on the membrane currents and tension components of myocardium. Therefore, we attempted to analyse the effects of ATP on the excitation-contraction coupling system in frog heart, in which the coupling processes and membrane currents have been well clarified^{3,5,17)}. Thin muscle bundles (0.4~0.6 mm in diameter) isolated from the right atrium were used, and the membrane current, potential and contractile tension were recorded under voltage clamped and unclamped conditions with conventional

double-gap method⁵⁾. All experiments were performed at a low temperature between 16~18°C.

ATP in low concentrations (0.05~0.2 mM/l) produced an immediate increase of the overshoot and duration of the action potential and an augmentation of twitch contraction enhancing the rate of rise and fall of tension. Higher concentrations of ATP (0.2~1.0 mM/l), however, elicited a gradual inhibition of contractility after the initial inotropic effect, reducing the enhanced overshoot and duration of the action potential. All these effects were reversible, and could not be eliminated by propranolol (10^{-6} M), pindrol (10^{-7} M) or atropine (10^{-7} M).

Under voltage-clamped conditions also, a marked positive inotropic effect of ATP was observed (Fig. 1 A), although a longer applications or higher concentrations of ATP elicited similar late inhibitions. The inotropic effects observed under a constant clamp pulse indicate that ATP definitely affects the excitation-contraction coupling process of the myocardium. Examination of the relationships between the voltage-clamp pulse, membrane current and tension in the absence or presence of TTX (5×10^{-7} g/ml) revealed that ATP produced a marked enhancement of slow inward current (I_s) and Ca current (I_{Ca})-dependent tension and an inhibition of I_{Ca} -independent tonic tension (Fig. 1 B). The delayed outward current (I_{x1}) tended to increase with time. The increase of I_s was prominent at lower voltages and that of I_{x1} , at higher voltages (Fig. 2 A). The fast inward current (I_{NaT}), anomalous rectification (I_{K1}) and leaky current (I_l) did not show any appreciable change. These characteristics could account for the specific change in configuration of action potential after ATP. Further, voltage-

* 後藤昌義, 八谷アツ子, 津田泰夫: 九州大学医学部第二生理学教室

[Received for publication June 25, 1976]

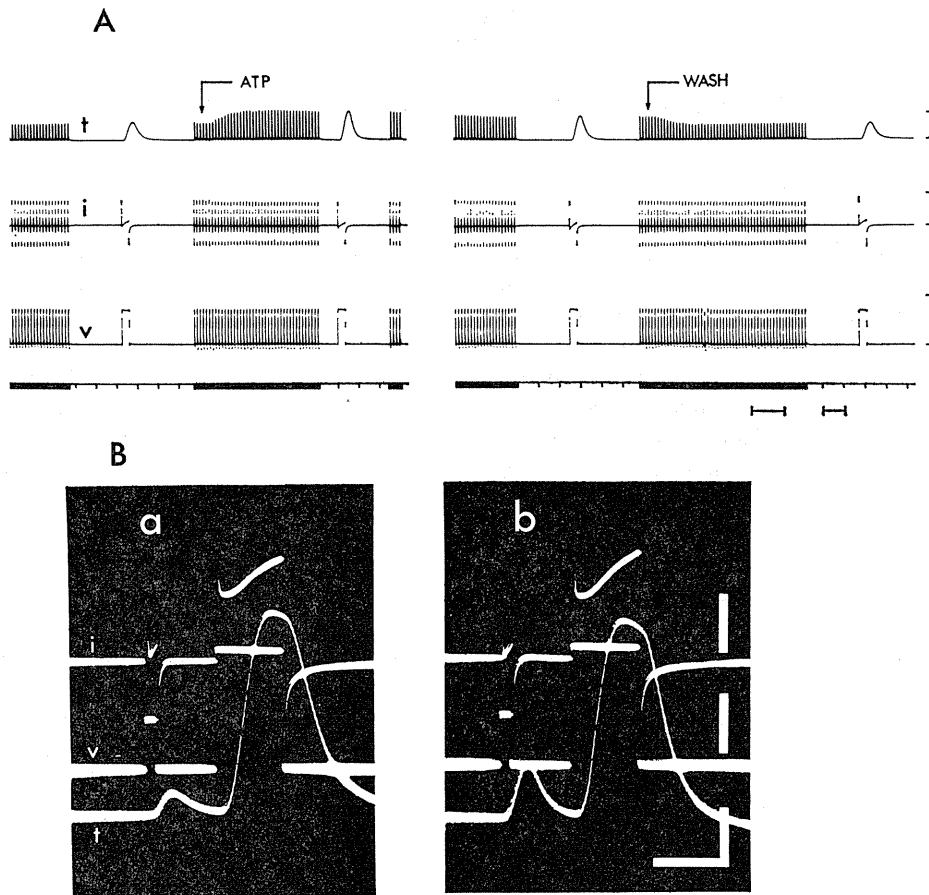


Fig. 1. A) Effects of ATP (0.05 mM) on the tension (t), and membrane current (i) of bullfrog atrial muscle under voltage clamp (v). I_{Ca} -dependent responses to small short depolarizing pulses (75 mV, 0.2 sec) were recorded in the presence of TTX (5×10^{-7} g/ml). Note an augmentation of the tension and slow inward current, and a good reversibility after washing. B) Effects of ATP (0.1 mM) on I_{Ca} -dependent and independent tensions in response to small (70 mV, 0.15 sec) and large pulses (150 mV, 1.0 sec) respectively. a: control. b: 5 min after ATP. Again, I_{Ca} -dependent tension increased. Note also an inhibition of tonic terminal tension which represents I_{Ca} -independent tension. Holding potentials were -70 mV (resting potential level), and TTX (5×10^{-7} g/ml) was present throughout. Vertical calibrations are 0.05 g, 10μ A and 100 mV in A and 20μ A, 50 mV and 0.02 g in B. Horizontal calibrations in A are 1.0 min and 1.0 sec for slow and fast records respectively, and in B, 1.0 sec.

current relationships in Na-free or Ca-free (+EDTA 5×10^{-5} mM, TTX 5×10^{-7} g/ml) Ringer solution showed that I_{Ca} markedly increased while slow Na inward current (I_{Na_s}) rather decreased (the figure is not shown). Correspondingly in the voltage-tension relationships, ATP selectively enhanced I_{Ca} -dependent phasic tension, while

I_{Ca} -independent tonic tension was inhibited (Fig. 2 B).

From these results it was concluded that ATP induces at least two sites of action, first an enhancement of I_{Ca} and I_{Ca} -dependent phasic tension, and secondary an inhibition of I_{Ca} -independent tonic tension and a gradual increase of I_{x1} .

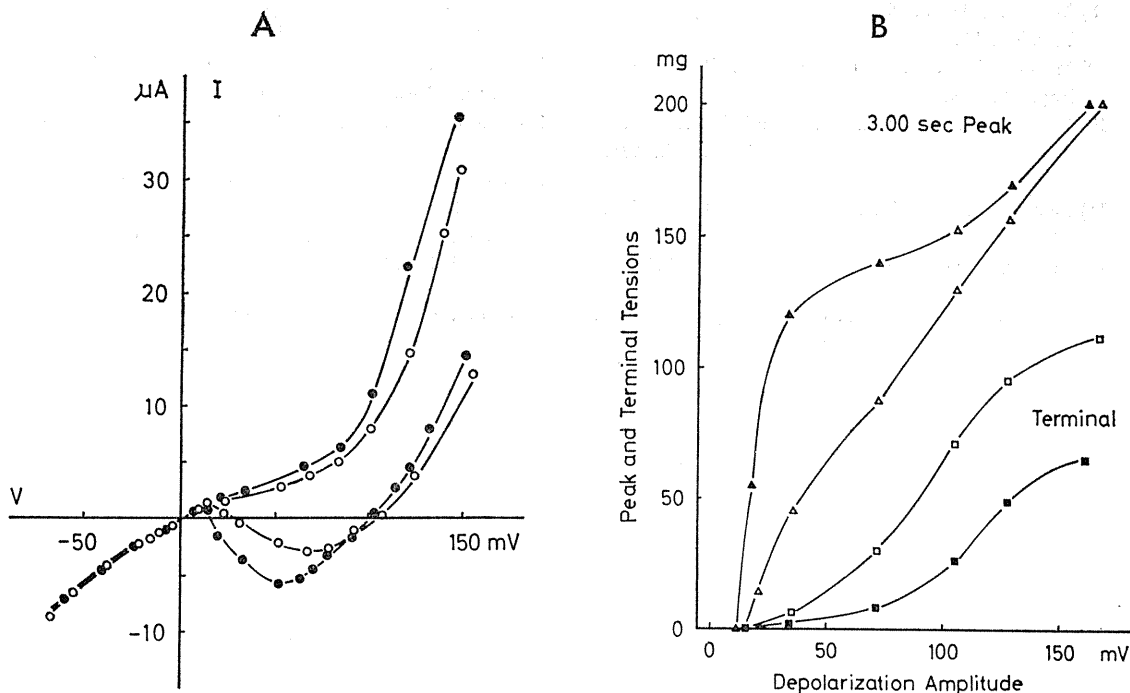


Fig. 2. A) Voltage-current relationships before (○) and 10 min after (●) ATP application (0.05 mM) under constant presence of TTX (5×10^{-7} g/ml). Note an increase of slow inward and delayed outward currents. B) Voltage-tension relationships. Long depolarizing pulses of 3.0 sec are used, and peak (Δ, ▲) and terminal tensions (□, ■) before and 7 min after ATP (0.2 mM) are plotted. A marked augmentation of peak tension at low voltages and an inhibition of terminal tension at higher voltages are seen. The former is related mainly to I_{Ca} -dependent phasic tension, and the latter, to I_{Ca} -independent tonic tension.

The origins of these actions are uncertain at present. The only facts apparent are that the modes of actions are quite similar to those of adrenaline. Adrenaline is known to cause a positive inotropic effect by enhancing I_{Ca} ¹³⁾¹⁵⁾, which is thought to act via 3', 5', cyclic AMP¹⁴⁾. An increase of I_{x1} component¹⁶⁾ and an inhibition of tonic tension¹¹⁾ are also known to occur. Moreover as noted, ATP derived from glycolysis is closely related to the generation of the plateau potential⁴⁾⁹⁾. These facts, when considered together, strongly suggest that in the frog atrium ATP attaches or penetrates the membrane more easily at low temperatures, and contributes either directly to the enhancement of I_{Ca} and I_{Ca} -dependent tension, or indirectly to increase cyclic AMP, so that adrenaline-like actions are

produced. Anyhow, the rapid action of exogenously applied ATP and the complete recovery after washing strongly support a physiological action of ATP on the cell membrane.

References

- 1) Antoni, H., Engstfeld, G. & Fleckenstein, A. (1960) *Pflügers Arch.*, **272**, 91-106
- 2) Bertelli, A., Bianchi, C. & Beani, L. (1972) *Europ. J. Pharmacol.*, **19**, 130-133
- 3) Einwächter, H. M., Haas, H. G. & Kern, R. (1972) *J. Physiol.*, **227**, 141-171
- 4) Girardier, L. (1971) *Cardiol.*, **56**, 88-92
- 5) Goto, M., Wada, Y. & Saito, M. (1974) *Jap. J. Physiol.*, **24**, 359-375
- 6) Hollander, P. B. & Webb, J. L. (1957) *Circulation Res.*, **5**, 349-353
- 7) MacLeod, D. P. & Daniel, E. E. (1965) *J. Gen. Physiol.*, **48**, 887-899

- 8) MacLeod, D. P. & Prasad, K. (1969) *J. Gen. Physiol.*, **53**, 792-815
- 9) McDonald, T. F. & MacLeod, D. P. (1973) *J. Physiol.*, **229**, 559-582
- 10) Minertz, T., Nawrath, H. & Scholz, H. (1973) *Naunyn-Schmiedberg's Arch. Pharmacol.*, **278**, 165-178
- 11) Morad, M. & Rolett, E. L. (1972) *J. Physiol.*, **224**, 537-558
- 12) Reuter, H. (1974) *J. Physiol.*, **242**, 429-451
- 13) Schneider, J. A. & Sperelakis, N. (1975) *J. Mol. Cell. Cardiol.*, **7**, 249-273
- 14) Tsien, R. W., Giles, W. & Greengard, P. (1972) *Nature New Biol.* **240**, 181-183
- 15) Tsien, R. W. (1974) *J. Gen. Physiol.*, **64**, 320-342
- 16) Tsien, R. W. (1973) *Nature New Biol.*, **245**, 120-122
- 17) Vassort, G. & Rougier, O. (1972) *Pflügers Arch.*, **331**, 191-203

key words : ATP, calcium current, tension components, excitation-contraction coupling, myocardium.



Energy requirements of men during exercise in a hot environment and a comfortable environment

Seiki HORI, Junzo TSUJITA and Hisato YOSHIMURA *

Department of Physiology, Hyogo College of Medicine, Nishinomiya, Japan

Effect of different ambient temperatures on oxygen intake and energy requirement during exercise and recovery has been extensively investigated. Robinson⁵), Consolazio¹) and coworkers reported that energy metabolism during work in heat was increased. However, Malhotra⁴) reported that oxygen consumption during muscular activity was significantly lower in hot environment than in comfortable environment and the anaerobic fraction of the work increased with the increase in environmental temperature. In an attempt to elucidate the cause of this discrepancy, effects of different ambient temperature on physiological responses and energy requirement during exercise and recovery were studied.

Studies were made on 13 healthy male Japanese university students in Nishinomiya between the age of 21 and 27 in winter. Physiological reactions and oxygen intake of the subjects during exercise and recovery were measured at two different levels of room temperature $23 \pm 1^\circ\text{C}$ with $50 \pm 5\%$ R.H. and $30 \pm 1^\circ\text{C}$ with $50 \pm 5\%$ R.H. and wind velocity of about 17 cm/sec. Experiments were carried out at around 3 p.m. and subjects were instructed not to eat a meal and be at rest at least two hr. prior to the experiment. After lying down for 30 min. in an air conditioned room, the subject, wearing only a pair of shorts in 30°C , shorts and an undershirts in 23°C , rested for 10 min. on a Monark bicycle ergometer and then peddled at the constant work load of $600 \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{min}$. in time with a metronome at the cycling rate of

50 rpm for 20 min. Following exercise, subjects remained seated for 20 min. During rest, exercise and recovery period, expired gas were collected through a gas mask. Ventilatory volume, respiratory rate and heart rate were also measured during these periods.

Oxygen requirement was calculated by subtracting oxygen intake at rest measured before the exercise and calculated as the value corresponding for 40 min. from total oxygen intake during exercise and recovery. The oxygen intake during 20 min. of recovery period in excess of that required to maintain the resting state was regarded as oxygen debt. The ratio of oxygen debt to oxygen requirement was defined as an anaerobic fraction of oxygen requirement. Net efficiency was calculated in consideration of factors involved in friction.

The mean values of heart rate and respiratory rate during exercise and recovery were greater in 30°C than in 23°C . Changes in respiratory volume and oxygen intake with time in both conditions are represented in Table 1. Respiratory volumes during exercise and recovery period were larger in 30°C than in 23°C though these differences were statistically not significant. Oxygen intakes increased abruptly at first from initial level of $0.26 \sim 0.29 \text{ L}/\text{min}$. to about $1.6 \sim 1.7 \text{ L}/\text{min}$. 10 min. after exercise and then remained almost at a constant level. After cessation of exercise oxygen intakes decreased sharply during early recovery period and followed by more gradual decline to pre-exercise level. Oxygen intake throughout the experiment in 30°C were considerably larger than those in 23°C . Oxygen intake during period from 15 min. to 20 min. after exercise and that during late recovery period were signifi-

* 堀 清記, 辻田純三, 吉村寿人: 兵庫医科大学第一生理学教室

[Received for publication June 9, 1976]

Table 1. Changes in respiratory minute volume and oxygen intake during 20 min. exercise and recovery period of 20 min. in 23°C, 50% R.H. and 30°C, 50% R.H.

Condition	Time in period	Resting period	Times in the exercise p. (min.)				Recovery p. (min.)	
			0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-20
23 °C	R.V	8.2±2.0	28.6±5.1	37.3±8.6	39.6±8.9	39.9±8.6	17.5±3.7	10.5±3.2
50 % R.H.	O.I	0.26±0.03	1.24±0.13	1.55±0.16	1.59±0.19	1.58±0.18	0.52±0.13	0.28±0.04
30 °C	R.V	8.2±1.4	29.9±5.4	39.0±7.5	39.7±6.7	41.33±6.9	18.0±3.3	10.6±2.2
50 % R.H.	O.I	0.29±0.04	1.35±0.13	1.63±0.17	1.70±1.16	1.77±0.18	0.60±1.0	0.35±0.06**

Mean values in liter per min. are given with their standard deviations.

R.V : Respiratory volume.

O.I : Oxygen intake.

* Difference was significant at 2 % level.

** at 0.1 % level.

Table 2. Oxygen intake, oxygen requirement, oxygen debt, anaerobic fraction, energy requirement and net efficiency

Condition	T.VO ₂ (L/40 min)	VO ₂ E. (L/20 min)	VO ₂ R. (L/20 min)	O ₂ Re. (L)	O ₂ D. (L)	An.F. (%)	E.R. (Cal)	N.E. (%)
23 °C	36.20	29.33	6.92	24.62	2.19	9.2	121.5	25.6
50 % R.H.	±3.10	±2.85	±1.07	±2.78	±0.68	±3.7	±14.2	±3.1
30 °C	39.59**	31.49*	8.09**	29.45***	2.92*	9.8*	144.1***	21.4***
50 % R.H.	±4.74	±3.55	±1.42	±2.25	±0.58	±1.9	±11.3	±1.7

Mean values are given with their standard deviations.

T.VO₂ : Total O₂ intake (L/40 min), VO₂E. : O₂ intake during exercise

(L/20 min), VO₂R. : O₂ intake during recovery period (L/20 min),

O₂Re. : O₂ requirement (L), O₂D. : O₂ debt (L), An.F. : Anaerobic

fraction (%), E.R. : Energy requirement (Cal), N.E. : Net efficiency (%).

* Difference was significant at 5 % level, ** at 1 % level,

*** at 0.1 % level.

cantly larger in 30°C than in 23°C.

The mean values of total oxygen intake during exercise, oxygen requirement, oxygen debt, anaerobic fraction of oxygen requirement, energy requirement and net efficiency in 30°C were compared with those in 23°C in Table 2. The mean values of total oxygen intake and oxygen intake during recovery in 30°C were significantly larger than those in 23°C at 1 % level. The mean values of oxygen intake during exercise, oxygen debt and anaerobic fraction of oxygen requirement in 30°C were significantly larger than corresponding values in 23°C at 5 % level. The mean values of oxygen requirement and energy

requirement in 30°C were larger than those in 23°C, and mean value of net efficiency in 30°C was lesser than that in 23°C. These differences were statistically significant at 0.1% level.

When muscular exercise is done in hot environment, heat produced in the body tends to store more rapidly in the body and increase in blood flow through the skin is brought about. Higher heart rates in 30°C than in 23°C might be resulted from the increased requirement of the cutaneous circulation for heat dissipation in 30°C. Increased ventilatory volume and respiratory rate in hot environment might be induced in part by higher body temperature

and in part by the increased oxygen intake in hot environment. The increased oxygen intake in 30°C probably reflects the increased energy requirement for heat dissipation as indicated increased ventilatory volume, higher heart rate and more profuse sweating as well as an increased metabolism due to higher body temperature²⁾.

According to Malhotra⁴⁾, the oxygen consumption and energy cost of a fixed work dropped with rise in environmental temperature. Robinson et al.⁶⁾ reported that men accustomed to hard work in hot environment were more efficient in performing a walking in hot environment than men who were less acclimatized to heat. India, located in tropical zone, has hot and humid climate through the year. Thus the subjects observed by Malhotra⁴⁾, were expected to be fully acclimatized to heat and the decrease in the energy cost of a fixed work with rise in environment temperature reported by Malhotra might be due to the extreme heat acclimatization of the subjects. Net efficiency is inversely proportional to energy requirements if work done remains the same. Therefore, lesser net efficiency in 30°C reflects the increase in energy requirements in 30°C.

There was not significant increase in oxygen intake during early recovery period in 30°C, while oxygen intake during late recovery period was significantly larger in 30°C than in 23°C. This fact indicates chief cause of larger oxygen debt and larger anaerobic fraction in 30°C was increase in

the slow component of oxygen debt i.e. lactic phase³⁾. In hot environment, a large blood flow through the skin is maintained during exercise and blood flow through the working muscle might show a trend to be smaller. Thus marked increase in oxygen intake during late state of recovery in hot environment might reflect the increased production of lactic acid in working muscle as the results of an insufficient blood supply to the working muscle.

In conclusion, energy requirement for submaximal work used in the present experiment was significantly higher in 30°C than in 23°C.

References

- 1) Consolazio, C. F., Shapiro, R., Masterson, J. E., & McKinzie, P. S. L. (1961) Energy requirements of man in extreme heat. *J. Nutr.* **73**, 126-134
- 2) Dubois, E. F. (1921) The basal metabolism in fever. *J. A. M. A.*, **77**, 352-355
- 3) Hill, A. V., Long, C. N. N. & Lupton, H. (1924) Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. *Proc. Roy. Soc. London. S. B.*, **97**, 84-138
- 4) Malhotra, M. S. (1975) Nutritional problems in tropical desert. 10th International Congress of Nutrition, Kyoto.
- 5) Robinson, S. (1949) Physiological adjustments to heat. In: *Physiology of Temperature Regulation and Science of Clothing*, ed. Newburgh, L. H. Philadelphia: Saunders PP. 193-231
- 6) Robinson, S., Dill, D. B., Wilson, J. W. & Nielsen, M. (1941) Adaptations of white men and negroes to prolonged work in humid heat. *Am. J. Trop. Med.*, **21**, 261-287

key words : energy requirement, oxygen debt, anaerobic fraction, exercise, heat acclimatization.

Vol. 26, No. 1 (1976)

1. The endogenous secretin in chicken: Minor physiological role in exocrine pancreatic secretion, 1-8.

ニワトリの膵液外分泌における内因性セクレチンの生理的役割について

E. KOKUE and T. HAYAMA (小久江栄一, 吐山豊秋: 東京農工大, 農, 獣医学)

2. A mechanochemical model for the steady and transient contractions of the skeletal muscle, 9-28.

骨格筋の定常的および過渡的収縮に関する化学力学モデル

K. AKAZAWA, M. YAMAMOTO, K. FUJII and H. MASHIMA (赤沢堅造, 山本 真, 藤井克彦, 真島英信*: 阪大, 工, 電気工学, 順天堂大, 医, 生理*)

3. Mechanism of action of some bitter-tasting compounds on frog taste cells, 29-40.

カエル味細胞に対する苦味物質の作用機序

N. AKAIKE and M. SATO (赤池紀生, 佐藤昌康: 熊本大, 医, 第二生理)

4. Evidences for alpha excitatory action of catecholamines on the electrical activity of the guinea-pig stomach, 41-52.

モルモット胃平滑筋の電気活動性に対するカテコールアミンの α -excitatory 作用

H. OHKAWA (大川博通: 山口大, 医, 第一生理)

5. Effect of dantrolene sodium on excitation-contraction coupling of frog toe muscle, 53-61.

カエル第4長趾伸筋における興奮収縮連関に対する dantrolene sodium の作用

I. HOMMA, S. KURIHARA and T. SAKAI (本間生夫, 栗原 敏, 酒井敏夫: 慈恵医大, 第二生

理)

6. The electrogenesis of adrenaline-hyperpolarization of sympathetic ganglion cells in bullfrogs, 63-77.

ウシガエル交感神経節細胞のアドレナリンによる過分極性膜電位変化の発生機序

K. KOKETSU and M. NAKAMURA (瀬瀬教三, 中村政記: 久留米大, 医, 第二生理)

7. Interpretation of disaccharide-dependent electrical potential differences in the small intestine, 79-92.

小腸における二糖類誘発電位の性質とその解釈

Y. IGARASHI, Y. SAITO, M. HIMUKAI and T. HOSHI (五十嵐 裕, 斎藤禎隆, 日向正義, 星 猛 (東北大, 医, 生理))

8. Effects of calcium ion on the rising phase of the action potential in rabbit sinoatrial node cells, 93-99.

ウサギ洞房結節細胞活動電位の立上り相に対するカルシウムイオンの作用

A. NOMA and H. IRISAWA (野間昭典, 入沢宏: 広島大, 医, 生理)

Vol. 26, No. 2 (1976)

1. Effects of oxygen supply on electrical and secretory responses of humorally stimulated acinar cells in isolated rat pancreas, 101-115.

適出ラット膵臓腺房細胞の液性刺激時の電氣的および分泌性反応におよぼす酸素供給の効果

T. KANNO, T. SUGA and M. YAMAMOTO (菅野富夫, 須賀俊博, 山本正夫: 北大, 獣医, 生理)

2. Role of superficially membrane-bound calcium on excitation-contraction coupling in frog skeletal muscle, 117-126.

カエル骨格筋の興奮収縮連関における膜表面結

合カルシウムの役割

I. OOTA, I. KOSAKA and T. NAGAI (太田 勲, 小坂 功, 永井寅男: 札幌医大, 生理)

3. Effect of clipping the coat of the Japanese macaque (*Macaca fuscata*) on the thermoregulatory responses, 127-132.

ニホンザルの体温調節反応におよぼす除毛の影響

H. TOKURA, F. HARA, M. OKADA, F. MEKATA and W. OHSAWA (登倉尋実, 原文 江, 岡田守彦, 目方文夫, 大沢 濟)

4. Contracture and hyperpolarization of the rabbit sinoatrial node cells in Na-depleted solution, 133-144.

ウサギ洞房結節細胞における Na 欠乏液中の拘縮と過分極

H. IRISAWA and A. NOMA (入沢 宏, 野間 昭典: 広島大, 医, 生理)

5. Contraction produced by intracellular injection of calcium, strontium, and barium in the single crayfish muscle fibers, 145-157.

Ca, Sr および Ba の細胞内注入による甲殻類骨格筋の収縮

M. MATSUMURA and H. MASHIMA (松村幹 郎, 真島英信: 順天堂大, 医, 第二生理)

6. Novel action of a piperazine derivative on the end-plate of the frog, 159-175.

ピペラジン誘導体のカエル終板に対する作用

K. KUBA, K. CHIKAZAWA and K. KOKETSU (久場健司, 近沢健一, 額額教三: 久留米大, 医, 第二生理)

7. Effects of diets on cold tolerance and metabolic responses to cold in fasted rats, 177-187.

絶食ネズミの耐寒性および寒冷代謝反応におよぼす食質の効果

A. KUROSHIMA, K. DOI, M. KURAHASHI and T. OHNO (黒島農汎, 土居勝彦, 倉橋昌司, 大野都美恵*: 旭川医大, 第一生理, 北海道教育大, 養護教諭養成所*)

8. The effects of D600 and verapamil on action potential in the X-organ neuron of the crayfish, 189-202.

ザリガニ X 器官神経細胞の活動電位 に対する D600 およびベラパミールの効果

T. KURODA (黒田敏子: 東京医大, 生理)

9. Microelectrode study of spreading depression (SD) in frog retina-general observations of field potential associated with SD, 203-217.

カエル網膜における spreading depression (SD) の微小電極による研究-SD 電位に関する一般的観察

S. MORI, W. H. MILLER and T. TOMITA (森 滋夫, W. H. ミラー, 富田恒男: エール大, 医, 眼科)

10. Microelectrode study of spreading depression (SD) in frog retina-Müller cell activity and (K⁺) during SD, 219-233.

カエル網膜における spreading depression (SD) の微小電極による研究-SD 時の Müller 細胞活動と [K⁺]

S. MORI, W. H. MILLER and T. TOMITA (森 滋夫, W. H. ミラー, 富田恒男: エール大, 医, 眼科)

〔会報〕

日本生理学会昭和51年度第1回常任幹事会議事要録

日時：昭和51年6月1日 午後2時30分～6時30分

会場：仙台市東北大学医学部同窓会館（艮陵会館）

出席者：(敬省略) 加藤正道, 宮崎英策, 三田俊定, 川上正澄, 高木貞敬, 新島 旭, 本間三郎, 市岡正道, 伊藤正男, 内菌耕二, 勝木保次, 島津 浩, 塚田裕三, 名取礼二, 真島英信, 御手洗玄洋, 宮川 清, 井上 章, 岩間吉也, 中馬一郎, 入沢 宏, 後藤昌義, 佐藤昌康, (当番幹事) 鈴木泰三, 青木 健, 中浜 博, 田崎京二, 星 猛

議長：鈴木泰三 (当番幹事)

I. 報告

1. 庶務報告：内菌庶務幹事から昭和50年12月末現在の会員数, 購読会員, 外国からの購読, 寄贈および交換部数, 役員, 特別会員について報告があった(別記資料表1).

2. 会計報告：伊藤会計幹事から昭和50年度決算について報告説明があった(別表2).

3. 日本生理学雑誌(和文)編集報告：塚田編集幹事から第37巻(昭和50年度)の編集発行についての報告(別表3), ならびに第38巻(昭和51年度)の編集, 発行の状況について報告があった.

4. J. J. P. (欧文)編集会計報告：岩間幹事(編集委員長)から昭和50年度決算(別表4-1)ならびに昭和51年5月現在の原稿投稿状況(別表4-2), 26巻より投稿規定を若干改めたことについて報告説明があった. また J. J. P. 発行について日本生理学会と財団法人東京大学出版会および学会誌刊行センターとの間で契約更新の手続を進めている旨の報告があった.

5. 生理学教授候補者推薦委員会報告：井上幹事より昨年度は特に推薦依頼がなかった旨報告された.

6. 生理学研究所設立準備委員会報告：勝木幹事から昭和50年12月31日に調査室設置の内示を文部省より受けたあとの経過について報告説明があった. 調査室はすでに充足している分子科学研究所に附置する形でおかれ, 室長および次長には金谷晴夫, 山岸俊一の両教授, 総主幹に小川克也, 主幹に小杉裕司, 事務主任に川崎清一氏の陣容で発足, 岡崎総合研究機構の設置に関する調査事務, 調査会議の庶務, 概算要求編成作業を行

なうことになった. 尚調査会議には生理研側の委員として勝木, 内菌, 亘教授, 組織運営専門分科会には勝木, 名取, 井上教授, 研究設備専門分科会には内菌, 高木(健), 大村, 菅野(義)教授, 施設専門分科会には, 亘, 田崎教授がそれぞれ委員候補として昭和51年3月6日の設立準備委員会で推薦された旨の報告があった.

7. 国際生理科学連合に関する報告：勝木幹事から日本学術会議第10期の生理科学研究連絡委員が選出され, 委員の互選により勝木幹事が委員長に, 名取, 高木(健)両幹事が今期の幹事に選出された旨の報告があった. また明年パリで開催される IUPS 総会に関する準備状況, ならびにパリ訪問の団体旅行計画(日本交通公社新宿営業所扱い)についても報告があった.

8. 日本生理史編集委員会報告：名取幹事から同委員発足後かなり年数がたつが, まだ各教室からの原稿が全部集まっていないので, これらを督促して出来るだけ早い時期に編集を終りたい旨報告された.

9. 研究費委員会報告：島津幹事(委員長)から本年度の科学研究費申請の第二段審査の状況について内菌教授に報告をききたい旨述べられた. 内菌幹事から本年度の審査の特徴, 今後申請する際に注意すべき点などについて説明がなされた.

10. 会則改正委員会報告：井上幹事(委員長)から会則の問題点を継続して検討していること, 現在までに問題となっている点のうち, 評議員会と総会の関係については実質的な運用を見たとうえで検討する予定であること, 常任幹事の任期, 交替期, 任期後一定期間被選挙権をなくすことなど

は、常任幹事からの問題点指摘や意見をえて検討していく方針であることが報告された。

11. 生理学教育委員会報告：酒井委員長から第53回日本生理学会大会では教育シンポジウムを行なうこと、生理学実習書の編集を進めており、執筆要項、執筆者がほぼ決まったことが報告された。

12. 第54回（昭和52年）日本生理学会大会に関する報告：内籩幹事から昭和52年第54回日本生理学会大会は鹿児島大学医学部で、松本保久、橋村三郎、笠原泰夫の3教授が当番幹事となって引受ける意向がある旨報告された。

13. 第53回日本生理学会大会に関する報告：青木当番幹事から大会開催の準備状況などについて報告があった。特に従来の大会と異なった特色として、①予稿集の作成配布をやめて日本生理誌の大会抄録号を大会前に出版配布したこと、②大会会場の設営、運営を専門業者に委託したこと、③評議員会と総会を同時時間帯に同一会場で開催する予定であること、などについて説明がなされた。

Ⅱ. 議 題

1. 昭和51年度予算に関する件：伊藤幹事から昭和51年度予算案（別表6）について説明があり、印刷代、郵送料、人件費などの値上のため、次年度への繰越金がゼロの予算となる旨報告されたが、異議なく承認された。しかし会費を現行のまま据え置くと、次年度より大巾に赤字となる為に、昭和52年度より5,000円に値上げせざるをえないとの説明があり、総会にはかかることになった。

2. 会則改改正委員会昭和51年度計画に関する件：井上幹事から現在までに問題となってきている点の中、評議員会と総会の関係についてはもう少し実質的な運用を見た上で検討すること、常任幹事の任期、任期後の被選挙権については常任

幹事からの問題点指摘をえて検討して行くとの方針が述べられ、承認された。

3. 教育委員会昭和51年度計画に関する件：酒井委員長から生理学実習書の編集の現況について報告、説明があり、本年度日本生理学会の名において南江堂より出版したい旨申し出があり、了承された。

4. 特別会員、評議員（1976年度）推薦候補者に関する件。井上幹事から特別会員ならびに評議員の選考規準、特に特別会員になりうる下限年令、評議員になりうる会員としての在籍年限について諮問があり、はかった結果、特別会員は70才以上、評議員の資格としての会員在籍年数は最低3年を規準とすることが承認された。この規準に基づき、特別会員に3名、評議員に32名が推薦された。

5. 第55回日本生理学会大会の開催地および当番校の件：内籩幹事から開催地は新潟市、当番校は新潟大学に依頼し内諾をえていること、場合によっては、日本歯科大学新潟歯学部も加わるかも知れない旨の報告があり、了承された。

6. 実験動物としてのサル増殖に関する件：高木幹事から最近のサルの入手難、価格高騰に対処するため、生理学会に特別の専門委員会を設置し、文部省とも交渉したい旨提案があった。また内籩幹事から、京大霊長類研究所にサルの増殖方を依頼し、それに対する研究費の裏づけを文部省に依頼しており、当分はその方策で打開できる見通しである旨の補足説明があった。この問題を検討する専門委員会の設置に関しては了承された。

7. 常任幹事の辞任について：内籩幹事から、九州地区の佐藤昌康常任幹事および中国地区の丹生治夫常任幹事から辞任の申し出があったことが報告されたが、これは次期常任幹事会において審議することになった。

第53回日本生理学会評議員会および総会議事要旨

日 時：昭和51年6月3日 午後3時5分～4時30分

会 場：仙台市民会館大ホール

出席者：約280名

議 長：鈴木泰三（当番幹事）

議長は開会を宣したあと、本年は一つの試みとして評議員会と総会とを同時に開催したい旨の提案をした。その理由としては、最近大会の演題数が増してきているためこれを会期中に消化することが時間的にむずかしいこと、および評議員会と総会とで取り扱う事項に可成り重複する点があるために総会への出席者数が年と共に激減していることがあげられた。一方、会則からみると、総会も評議員会と共に会務を評議する、とあり、総会は議決機関であるが、評議員会は審議機関であるという区別は会則にはない。評議員会にあるが総会にはないという事項は、①特別会員の推薦、②新評議員の決定、③会則変更の決議、の三つである。したがってこの三つの事項をとり扱うときだけは総会から評議員会に切り換え、その他はすべて総会で行うという方針で、本年は評議員会と総会を平行して行いたいという要旨の提案がなされた。この提案は異議なく承認されたので、その線に沿って議事が進められた。

1. 報告事項

1. 庶務報告 (内菌幹事): (別表1参照)

2. 会計報告 (伊藤幹事): (別表2参照)
昭和50年度の決算報告がなされた。

これには会計監査の結果も報告された。

3. 日本生理学会雑誌編集報告 (塚田幹事): (別表3参照)。現在38巻3-4号を第53回日本生理学会大会号として配布済みであり、5号は印刷完了、8号までは編集済みである。なお、投稿受理後4ヶ月ぐらいで掲載できるのが現況であるという報告がなされた。

4. J.J.P. 編集会計報告 (岩間委員長): (別表4参照)。J.J.P. の発行について日本生理学会と東京大学出版会および学会誌刊行センターとの間で契約書を取りかわす準備をしている旨の報告があった。

5. 生理学研究所設立準備委員会報告 (勝木委員長): 岡崎市に設立される生理学研究所についての設立準備委員会の活動について報告された。特に分子科学研究所に附置された調査室で生理学研究所の設置に関する調査事務、概算要求編成作業が行なわれることになった旨報告があった。

6. 国際生理科学連合に関する報告 (勝木幹事): 1977年にパリで開催される国際生理科学連

合の総会について報告が行なわれた。

7. 日本生理学史編集委員会報告 (名取委員長): 極く僅かまだ原稿が届かないために完了していないので、是非本年度中に終了したい旨の報告がなされた。

8. 研究費委員会報告 (島津委員長): 本年度の科学研究費申請の審査についての報告が行なわれた。さらに内菌幹事から2, 3の補足説明が加えられた。特に広領域の申請について広領域の意味をとり違えないようにとの注意がなされた。

9. 会則改正委員会報告 (井上委員長): 委員会としてはいくつかの問題点を検討して来たが、まだ委員会としての結論をうるまでには至っていないので、今後さらに検討を続けていく旨の報告がなされた。

10. 生理学教育委員会報告 (酒井委員長): 毎年の大会の折に行なわれて来た教育シンポジウムは本年も計画され昨日終了した。また生理学実習書の編集が進行中である旨の報告がなされた。

11. 第53回日本生理学会大会に関する報告 (当番幹事): 今回の大会の概要について説明がなされた。今回の参加者は6月3日現在で1,324名である。演題は465題であり、かつ各演題とも15分という従来の慣習にしたがったので、8会場にせざるをえなくなり、会場によって広過ぎたり狭過ぎたりという難点は避けられなかった。特に今回の大会には次の三つの特徴があることが述べられた。第1は従来のような大会予稿集の配布をとりやめ、日本生理学雑誌38巻の3~4号を大会号として大会前に配布し、これによって会員の経済的な負担を少なくしたことである。この点については、編集委員の方々のご理解とともに鶴岡印刷所の協力が与って大きかったことを特に強調しておきたい。第2に、大会の設営はすべて専門の業者にまかせたことである。このために当番校の負担は可成り軽減されたし、また、会の運用もスムーズに行えたと思う。第3は評議員会と総会とを同時に平行して行ったことである。このことで時間の節約ができたと共に総会への出席者の数が従来より可成り増し、総会を充実することができた。一方、今後の問題となるだろうという点は、年々演題数が増して大会の運用がむずかしくなっていくことである。このためには大会の性格をどう変えていくかということもあるが、とりあえず

研究単位毎に2題出せるという慣習をどう改めていくか、特に研究単位の定義が極めてあいまいなためにおこる不公平さをどう処理するかが身近な問題である。この点については会員の方から当番幹事へ投書による指摘もあった。

12. 第55回(昭和53年度)日本生理学会大会の開催地および当番幹事の件(内菌幹事):新潟で開催する案が報告された。これには特に異議がなかった。

13. その他

実験用のサルの増殖は生理学研究者にとって重要な関心事であり、生理学会としても何等かの対策がなされる必要があるという発言が内菌幹事からなされた。このことについては高木(貞)幹事から詳細な追加発言があった。教授候補者推薦の件は今年度はどうなっているかという質問があった。この点については井上幹事から、昨年度来とりあげていないが、従来のようなリストは余り形式的すぎるので、今後どういう形式で推薦すべきかを検討していくつもりであることが述べられた。

II. 議 事

1. 特別会員に関する件:特別会員として、緒方維弘、勝木保次、福原 武の3名を評議員から推薦する件について評議員会にかけられて議決した。そのあと、同件を総会にかけて賛同をえた。
2. 新評議員の決定に関する件:新評議員を選考する委員会の選考結果が評議員会に報告され、審議の結果、委員会の報告通り評議員会で決定した(別表5参照)。
3. 昭和51年度予算に関する件:別表6の予算案が提出され、承認された。
4. 会則改正の件:昭和52年度から会費を年

額4,000円から5,000円に変更せざるをえない理由が伊藤幹事から述べられた。このことについては会則を改正する必要があるので、まずこの点に関する会則を変更する件が評議員会にかけられて決議され、ついで総会にかけられ、承認された。

5. 生理学実習書に関する件:酒井委員長から生理学実習書の編集経過が述べられるとともに、この実習書に生理学会編という名称を用いた旨の提案が総会になされ、異議なく承認された。

6. 第54回日本生理学会大会および当番幹事の件:鹿児島大学の松本保久、橋村三郎、笠原泰夫の3教授を当番幹事として開催する件が総会にかけられ承認された。

これで議事が終り、生理学会を代表して前年度当番幹事、勝田教授から本年度当番幹事への謝辞があって、評議員会ならびに総会を閉じた。

別表 1.

日本生理学会庶務報告

(昭和50年12月末現在)

会 員 数	2,236名
購読会員(学校、図書館、研究所等)	182部
外国からの購読、書店取次	86部
寄贈及び交換	12部
合 計	2,516
役員:評議員 662名、常任幹事27名、 当番幹事 5名	
特別会員(18名) 東 竜太郎、内山孝一、勝 義孝、勝木新次、加藤元一、久野 寧、久保秀 雄、小玉作治、幸塚嘉一、黒津敏行、鈴木正夫、 瀬尾愛三郎、竹中繁雄、戸塚武彦、西丸和義、福 田邦三、箕島 高、森 信胤、若林 勲	

別表 2.

日本生理学会昭和50年度決算報告

(自 昭和50年1月1日
至 昭和50年12月31日)

	収 入	
	50年度予算	50年度決算
① 前年度より繰越金	404,667円	404,667円
② 昭和50年度収入	10,774,000	11,367,638
(内 訳)		(増減)
会 費	8,000,000	8,584,800 + (2,108名)
購 読 料	800,000	839,000 + (163部)

論文掲載料印刷代	1,000,000	1,205,804	+	
広告掲載料	809,000	566,800	-	
会誌分冊売	30,000	33,443	+	
預金利子	25,000	37,791	+	(第一勧業銀行)
奨励金	100,000	100,000		(日本医学会49年度)
その他収入	10,000	0		
①+②合計	11,178,667	11,772,305	+	
増収入分		593,638		

支 出

昭和50年度支出

(内 訳)	50年度予算	50年度決算 (増減)	
会誌印刷代	5,400,000円	5,864,294円+	(36巻10号~37巻10号)
通信及び送送料	1,000,000	835,662 -	(雑誌送送料及び通信費)
編集会議費	50,000	18,145 -	(編集会議8回)
校正料	170,000	167,220 -	(生理学雑誌校正料)
原稿料	50,000	22,000 -	(査読料)
人件費	2,100,000	2,118,567 +	(2名)
事務用印刷費	500,000	431,665 -	(会誌送用封筒その他)
事務用雑費	50,000	68,072 +	
交通費	350,000	361,030 +	(常任幹事会, 委員会交通費その他)
備品費	80,000	97,000 +	(各大学ゴム印)
事務室使用料	580,000	579,500 -	(東洋文庫払い)
職員健康保険	30,000	33,684 +	
会合費	100,000	55,604 -	(常任幹事会)
渉外費	100,000	120,000 +	
委員会費	100,000	166,720 +	(各種委員会)
積立費	100,000	100,000	
予備費	100,000	124,090 +	(フィルム税金, 講演会会場費)
計	10,774,000	11,163,253	+

昭和51年度へ繰越高

609,052

{	銀行	31,115
	振替	534,669
	現金	43,268

別表 3.

日本生理学雑誌37巻 (50年度) 編集報告

第37巻1号~12号 (8・9号合併学会号) 発行11回

第37巻総頁数 588頁				36巻1号~12号 606頁	
(内 訳)		編	頁	編	頁
原 著		7	74	14	141
短 報		10	26	16	35
総 説		1	14		
シンポジウム		1	26		

抄録 (大会, 地方会等)	191	234
会報, その他	41	30
業績表題集, 総目次等	150	78
教室史	5	
資料	9	20
広告	52	68

別表 4-1.

J. J. P. 50 年度決算

支 出	予算額	決算額	摘 要
製 作 費	7,280,000円	6,446,928円	812頁 6回
審査・英文校閲料	800,000	989,375	
旅費・会議費	500,000	470,879	
通信・消耗品費	600,000	600,000	
人件費	1,200,000	1,200,000	
雑事務費	400,000	400,000	校正料他
送料 (外国)	2,400,000	2,593,290	agent の discount 含む
送料 (国内)	1,120,000	1,180,190	
支 出 合 計	14,300,000	13,880,662	
収 入			
国内会員	3,600,000	3,216,000	538名 @ 6,000 (うち未収 594,000)
国内機関	960,000	984,000	82名 @ 12,000
外国購読	6,000,000	6,083,040	456名 46ドル (@290)
別刷バックナンバー	1,330,000	1,077,000	
文部省助成	1,700,000	2,020,000	
学会補助	710,000	710,000	
収 入 合 計	14,300,000	14,090,040	
差 引 額		209,378	(未収金を回収したとして)

別表 4-2.

J. J. P. 原稿投稿状況 (1976年5月27日現在)

															計	
1975年3月1日の手持ち数															44 (a)	
	年 1975					1976										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
受 理 数	5	3	7	6	4	3	8	8	5	7	4	4	2	5	5	76 (b)
掲 載 数		12		12		10		10		8		8		10		70 (c)
返 却 数																25 (d)
1976年5月21日現在の手持ち数 (a+b)-(c+d)															25	
手持ち原稿の内訳											掲載可 (Vol. 26, Na. 3)		9			
											審査および著者訂正中		16			
											計		25			

別表 5.

日本生理学会新評議員 (1976年度)		
(敬称略五十音順) (32名)		
氏名	所属	現職
岩垣 丞恒	東海大,	体育学, 助教授
上田 基二	岐阜大,	医, 講師
遠藤 司郎	京浜女子大,	生理, 助教授
大島 清	霊長類研,	助教授
大塚 輝弥	慶応大,	生理, 助手
小野寺加代子	順天堂大,	生理, 助手
堅田 明義	東京学芸大,	教育, 助教授
木川田隆一	北里大,	医, 内科教授
北原 正夫	東京医大,	生理, 助手
久場 健司	久留米大,	生理, 助教授
栗原 敏	慈恵医大,	生理, 助手
小林 茂樹	KK立石ライフサイエンス研,	所長
駒林 隆夫	東京薬科大,	生理, 助手
斎藤 篤志	北大,	獣医学, 助手
酒井 正樹	京大霊長類研,	助手
鮫島 宗弘	東京学芸大,	助教授
志賀 潔	大阪大,	医, 生理, 助手
田沢 皓	山形大,	生理, 助教授
谷口 郁雄	東京医科歯科大,	難治疾患研, 助手
玉井 信	東北大,	医, 講師
橋本 享	東京医科歯科大,	医用器材, 助手
福田 淳	大阪大,	医, 助手
内藤 富夫	川崎医大,	生理, 講師
長岡 二郎	神奈川歯大,	生理, 講師
中島 祥夫	千葉大,	生理, 講師
西丸 直子	東大,	生理, 助手
野村 巖	広島大,	歯, 助手
松原 三郎	慈恵医大,	生理, 助手
溝手 宗昭	千葉大,	医, 生理, 助手
毛利 元彦	横浜市立大,	生理, 講師
森川 正子	東京薬大,	講師
森田 雄介	徳島大,	医, 生理, 助手
特別会員 (敬称略五十音順)		
緒方 維弘	(明38. 4. 25)	
勝木 保次	(明38. 11. 28)	
福原 武	(明37. 4. 3)	

別表 6.

日本生理学会昭和51年度予算		
(自 昭和51年1月1日 至 昭和51年12月31日)		
収 入		
① 前年度繰越金	609,052円	
② 昭和51年度収入	11,795,000	
(内訳)		
会 費	8,500,000	(会費 4,000円 85%)
購 読 料	800,000	(学校, 図書館, 研究所等90%)
論文掲載料・別刷代	1,500,000	
広告掲載料	800,000	
会誌分冊売	35,000	
預金利子	50,000	(第一勧業銀行)
奨 励 金	100,000	(日本医学会)
その他収入	10,000	
①+② 合 計	12,404,052	
支 出		
昭和51年度支出		
(内訳)		
会誌印刷代	5,597,000	(37巻11号~38巻10号)
通信及び発送料	1,700,000	(雑誌発送料及び通信料)
編集会議費	50,000	(会議費)
校 正 料	170,000	(日本生理学雑誌校正料)
原 稿 料	50,000	(査読料)
人 件 費	2,500,000	(2名)
事務用印刷費	500,000	
事務用雑費	70,000	
交 通 費	400,000	(常任幹事会, 委員会, その他交通費)
備 品 費	120,000	
事務室使用料	612,000	(東洋文庫払)
職員健康保険	35,000	(2名)
会 合 費	100,000	(常任幹事会)
渉 外 費	120,000	(講演謝礼)
委員会費	180,000	(会則, 教育, 研究費委員会)
積 立 費	100,000	(職員退職金積立)
予 備 費	100,052	
昭和52年度繰越高	0	
合 計	12,404,052	

[お知らせ]

B. Katz 教授講演会
(Univ. College London, Dept. Biophysics)

The Release of Neuro-transmitters and the Present State of the Vesicular Hypothesis

日 時：昭和52年3月31日(木) 14:00~15:30

場 所：京都会館会議場(京都市岡崎公園内)

京都市左京区岡崎最勝寺町(2条通東大路東入)

電 話 (075)-771-6051

主 催：日本生理科学連合, 日本生理学会, 京都府立医科大学

共 催：日本生物物理学会, 日本生化学会近畿支部, 比較医学協会

[編集後記]

第38巻, 第10号が発送されると共に, 第12号の編集後記を書くようにとの督促を受けました。編集会議で毎号の掲載内容をゲラ刷で拝見していますが, 例年ですと大会号出版が終ると生理学論文表題集のことが話題になります。この整理, 校正は専ら佐々木祐治氏が一人でやっておられ, その労苦にはいつも頭がさがります。3月末には再び1977年度原稿を作製しなければなりません, 鹿児島日本生理学会大会を目前にしてご多忙とは思いますがよろしく願います。原稿作製に当って, 注意事項を良くご覧の上作製願います。

さて, この数年, 論文表題集の中の所属研究室数の増加が目立ってきました。因みに, その変遷を辿ってみますと, 1963年日生誌第25巻では117であったものが1975年第37巻では168となっています。この12年間の論文表題集に掲載された研

究室数の推移は, 1963年の117, 1967年の138, 1969年の111, 1974年の150と変化し今日に至っています。研究室数が増加すれば, 当然全表題集も増し, 論文表題集掲載のためにさいた日生誌刷上り頁数も増えていくことになるでしょう。例えば第25巻では32頁, 第29巻では45頁, 第36巻では58頁となり, 昨年(1975)の第37巻では64頁になっていることに気付きました。1頁には約30の論文表題が掲載できますので, 昨年度は2,000題近くのもの載せられたことになり, 日本生理学会々員の研究意欲の旺盛さに驚くばかりでした。仙台大会での庶務報告によると会員数が2,236名ですから論文表題数はほぼ会員数と近似であるといえます。第38巻の編集完了する時に当り, 生理学論文表題集に対する会員の関心度と日生誌論文表題数の意義とを垣間見る試みをしました。

(酒井敏夫)

— 編 集 委 員 —

塚田 裕三(幹事)	入内島 十郎	酒井敏夫
植村 慶一	戸塚 武彦	大島 知一
村田 計一	菅野 富夫(北海道)	星 猛(東北)
新島 旭(関東)	東 健彦(中部)	品川 嘉也(近畿)
及川 俊彦(中・四国)	栗山 熙(九州)	

静動協の受託試験研究所

医薬、食品添加物、農薬、化粧品、化学物質等の諸物質に
関する安全性試験をお引受けいたします。

生産から試験終了まで、一貫してSPF施設で実施

〈 受 託 項 目 〉

- ◇ 一般毒性試験
- ◇ 催奇性試験
- ◇ 発癌性試験
- ◇ 世代試験
- ◇ 刺激性試験
- ◇ 組織標本の作成並びに検査

株式会社 生物科学技術研究所

〒430 静岡県浜松市葵町95番地の10 TEL(0534)36-1957

—Barrier System(SPF) 実験動物の生産販売—

SPF動物

クローズドコロニー生産

- マウス SIC:ddY (国立予防衛生研究所)
- マウス SIC:ICR (Charles River)
- マウス SIC:C3H/He (東大医科学研究所)

近交系生産

- マウス BALB/cer SIC (東大医科学研究所)
- マウス C57BL/6er SIC (")
- マウス C3H/He SIC (")
- マウス DBA/2 SIC (")

交雑系生産

- マウス SLC-CDF₁ (東大医科学研究所)
- マウス SLC-BDF₁ (")
- クローズドコロニー生産
- ラット SIC:SD (Charles River)
- ラット SIC:Wistar (東大医科学研究所)
- ラット SIC:Wistar/ST (")
- ラット SIC:Fischer(F344)(Charles River)
- ラット HOS®:Donryu (星野試験動物飼育所)

Conventional動物

クローズドコロニー生産

- マウス Std:ddY (国立予防衛生研究所)
- ラット Std:Wistar (東大医科学研究所)
- ラット Std:Wistar/ST (")

- モルモット Std:Hartley (国立予防衛生研究所)
- ハムスター Std:Golden (")

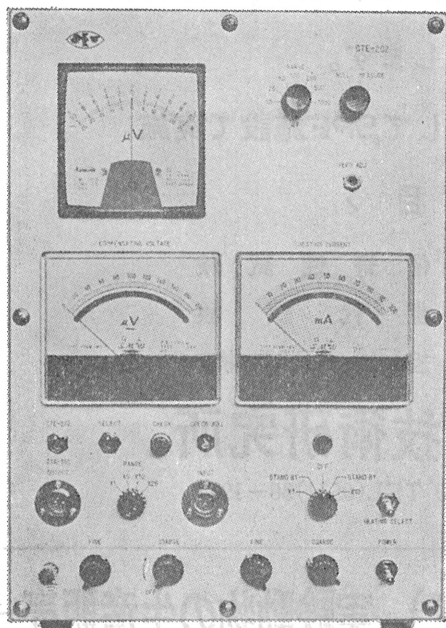
カニクイザル アカゲザル 輸入検疫9週間経過後出荷

静岡県実験動物農業協同組合

〒435 静岡県浜松市小池町1616番地 TEL(0534)63-0865(代)

生体の組織血流を毛細管レベルで捉える高性能血流計

エムコーダー



エムコーダーは交叉熱電対を利用した組織血流計であり、下記の特徴を持っています。従って、生体の組織血流に見られる様な方向の複雑さと血流レベルの低い場合の変化を捉えるのに極めて有効です。

《特長》

- ①組織血流を毛細管レベルで捉えられます。
- ②生体組織への障害が極めて少ない。
- ③殆んどあらゆる組織の血流測定が可能です。
- ④長時間の植込み測定及び観察ができます。

《用途》

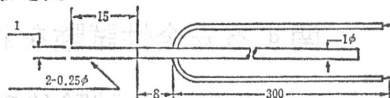
- 各種薬物の試験及び研究。
- 生体諸器管の機能調査研究(心筋や脳血流測定)
- 臨床面への利用、体表循環の測定。

生体現象導出・電気刺激に欠かせない

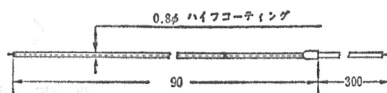
MT技研社製

実験・研究用電極

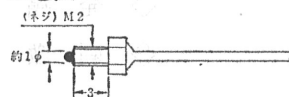
■ 刺激電極



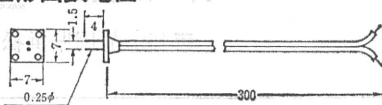
■ 同芯円電極



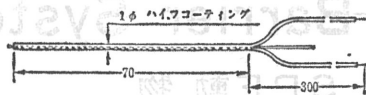
■ コルチコ電極



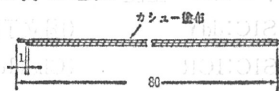
■ 双極形面鋏電極



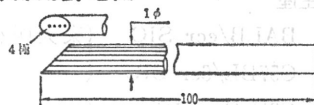
■ 薬液注入電極



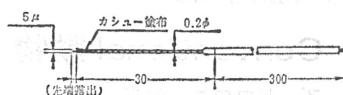
■ 双極形貼合せ電極



■ 多極深部用針電極



■ 金属微量電極



※上記以外の各種電極も製造販売致しておりますので、総合カタログを御請求下さい。

総代理店



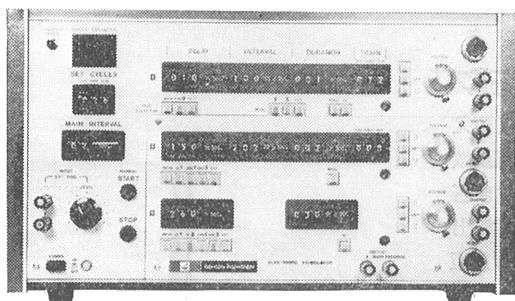
株式会社 東海医理科

東京都千代田区内神田3-6-2 トリサクビル2F ☎101 電話(03)254-0052(代表)

メインインタバル思想を はじめて導入 魅力あふれるニュータイプ

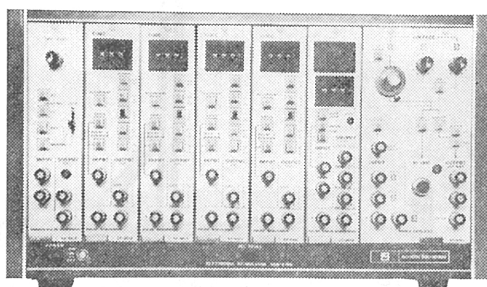
電気刺激装置

model SEN-7103



- ☐ 最大3ヶ所までの刺激が行えます
- ☐ 刺激波形は自由にくみ合わせできます
- ☐ 各チャンネルごとの同期を自由に設定できます
- ☐ 負のパルスも得られます
- ☐ 2チャンネルのトレイン波形が得られます
- ☐ メインインタバル1ms~990sec
セットサイクル1~999コ
トレイン最大999コ
- ☐ 水晶制御のデジタル方式です

将来への拡張性を秘めた



電気刺激装置

model SEN-6100シリーズ

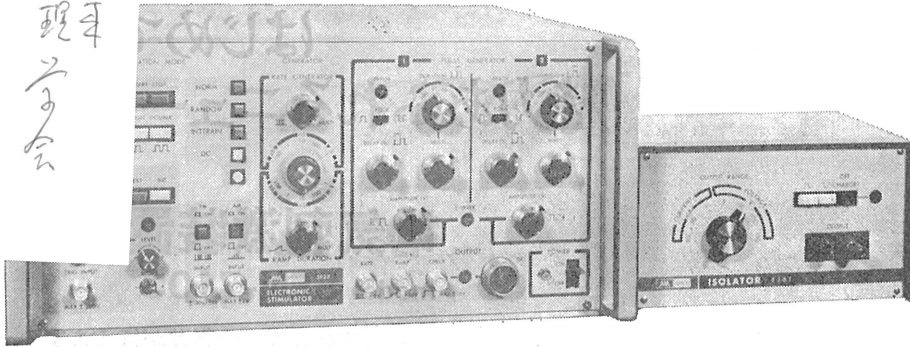
- ☐ プラグインユニットのくみ合わせで、自由な刺激波形が得られます。
- ☐ 基本ユニットからは、INTERVAL・DURATION・DELAYいずれの機能もひきだせます。
- ☐ 水晶制御のデジタル方式です。


NIHON KOHDEN
日本光電

東京都新宿区西落合1-31-4 ☎03(953)1181

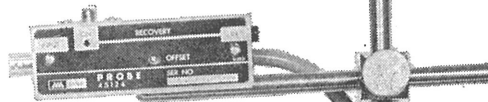
114 学の実験・研究に画期的な新製品

生
日
理
学
ソ
ノ
会



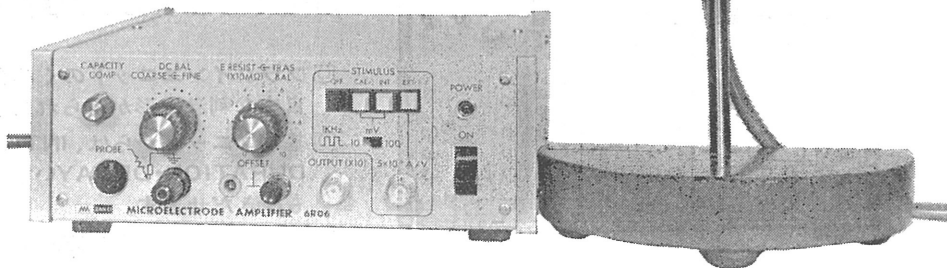
多用途電気刺激装置 3F37

二つのパルスの遅延時間やパルス幅、振幅が独立して変えられるダブルパルス刺激や、AM(振幅変調)、FM(周波数変調)、パルストレイン(群刺激)、ランダム刺激などさまざまな新しい機能をもっています。アイソレータは高電圧出力用(350V、3kΩ)と定電圧・定電流出力用の2種類が用意されています。



微小電極用増幅器 6R06

単一電極で電位誘導と刺激通電(最大 50×10^{-9} A)が可能です。電極の先端にゴミ等が詰った場合は外部電源より高電圧を通電することによって除去することができます。

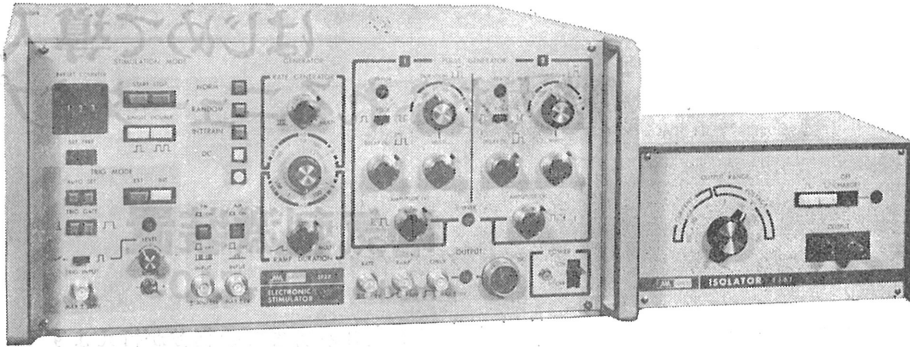


明日の健康と福祉を守る

SAN-EI 三栄測器

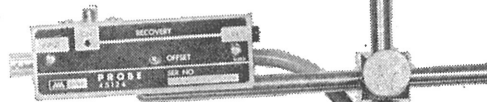
本社 東京都新宿区西大久保2-223-2 〒160 ☎03(209)0811代表
工場 東京都小平市天神町1-57 〒187 ☎0423(41)0821代表

生理学の実験・研究に画期的な新製品



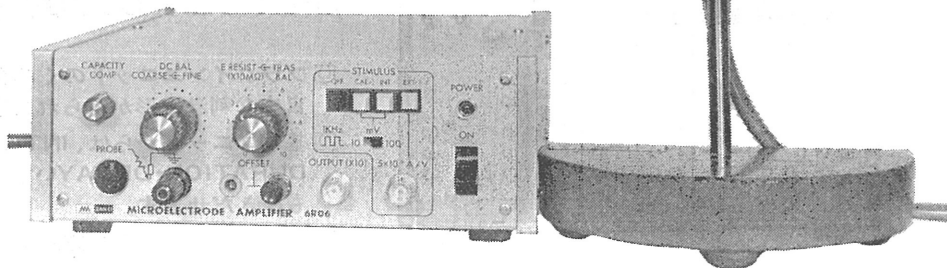
多用途電気刺激装置 3F37

二つのパルスの遅延時間やパルス幅、振幅が独立して変えられるダブルパルス刺激や、AM(振幅変調)、FM(周波数変調)、パルストレイン(群刺激)、ランダム刺激などさまざまな新しい機能をもっています。アイソレータは高電圧出力用(350V、3kΩ)と定電圧・定電流出力用の2種類が用意されています。



微小電極用増幅器 6R06

単一電極で電位誘導と刺激通電(最大 50×10^{-9} A)が可能です。電極の先端にゴミ等が詰った場合は外部電源より高電圧を通電することによって除去することができます。



明日の健康と福祉を守る

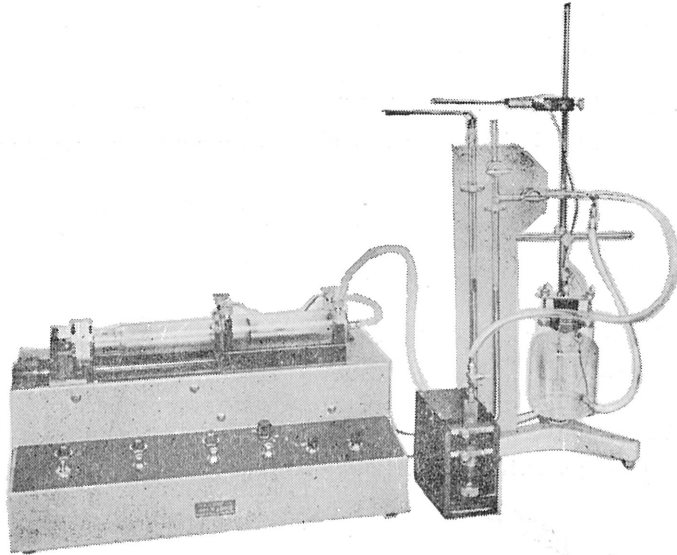
SAN-EI 三栄測器

本社 東京都新宿区西大久保2-223-2 〒160 ☎03(209)0811代表
工場 東京都小平市天神町1-57 〒187 ☎0423(41)0821代表

HAFFNER法

鎮痛効果測定装置

実中研 医学研究所 御指導

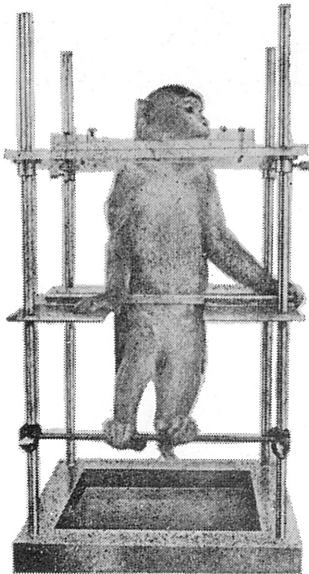


本装置は機械的的刺激によるマウスの仮性疼痛反応閾値上昇から薬物の鎮痛効果を測定する装置であります。

尾部に加わる圧力はモーターにより加圧されマンメーターにより記録されますので常に一定の加圧速度が得られ、かつ反応閾値を記録紙上で求めることが出来ます。

モンキーチェヤ

実験動物中央研究所
医学研究所 御指導



- 本装置チェヤに依るモンキーの体重は3kg～6kg迄使用可能です。
- 汚物を取り出す引出しが下部後方に付いています。
- ステンレス製 上部はアクリル盤

特別附属品

- チェヤ固定盤 600×600×21mm (木製)

特別附属品

- 移動用固定盤 600×600×21mm キャスター4ヶ付 別途附属注文に応じます。

使用目的

- (1) 薬物の投与
- (2) 採血及採尿
- (3) 生体電気現象の誘導
- (4) 其の他無麻酔下で処置を加へる場合

KANO 株式会社 野上器械店

郵便番号113 東京都文京区本郷3丁目44～6 TEL(03)813-4811(代)

